G 4460 EX

Populäre Elektronik

Juli 1978

7/78

DM 3,–
öS 25,–/sfr 3,50/fl 52,–

Elektronisches Tauziehen

Spiel-Elektronik für die Freizeit

Messmodule: OHMS

HW ELEKTRONIK

FACHGESCHÄFT für elektronische Bauelemente

Besuchen Sie uns oder bestellen Sie ab DM 30,-- per Nachnahme. Wir halten ein großes Qualitäts-Sortiment, welches ständig erweitert wird, für Sie bereit!

LADENGESCHÄFT UND VERSANDANSCHRIFT

HW ELEKTRONIK
Eimsbütteler Chaussee 79
2000 Hamburg 19
Pschk. Hamb. 218 62-205

TELEFON: 439 68 48
(nach Geschäftsschluß meldet sich unser telefon. Anrufbeantworter)

SSQ – die Super-Spannungsquelle!

Einstellbare Ausgangsspannung von 0 bis 28 V; einstellbarer Ausgangsstrom von 50 mA bis 1,5 A, hervorragende Brummunterdrückung. – Überlastschutz!

Unser Bausatz nach PE Heft 8 enthält alle Bauelemente bis zur letzten Schraube entsprechend PE-Spezifikation, d.h.: 2 Drehspul-Meßinstrumente, Netztrafo, Platine und das ges. Montagematerial sind enthalten!

Komplettpreis Bausatz SSQ 139,40

Passendes GSA-Gehäuse (siehe Bild)

mit bedruckter und gelochter Frontplatte, Al-silber elox.; Rückwand als Kühlschiene ausgebildet

SSQ-Gehäuse 39,75

MINICRAFT BOHRMASCHINEN

Unsere neuen Präzisions-Bohrmaschinen f. d. Elektroniker/9-14 V

MINI-Junior
U/min: 7000
spannt: 0,2-2,5 mm
Leistung: 0,5 A
Länge: 125 mm **43,90**

MINI-TEMPO
U/min: 20000
spannt: 0,2-3,2 mm
Leistung: 1,2 A
Länge: 135 mm **49,50**

KASSETTEN-SET
aus PVC m. transp. Deckel u. Schaumstoffeinlage, Batteriehalter u. 10 Werkzeugen wie Fräser, Bohrer u.a.
0112 mit MINI-JUNIOR DM 51,50
0132 mit MINI-TEMPO DM 56,50

KOFFER-SET
stoßfest, m. Schaumstoffeinlage u. 30 Werkzeugen wie Bohrer, Drahtbürsten, Fräser u.v.m. (245×98×49 mm)
0113 mit MINI-JUNIOR DM 86,90
0133 mit MINI-TEMPO DM 95,90

0220 flexible Welle f. beide Typen 21,50
0210 Bohrständer f. beide Typen 24,50
0230 Netzteil f. beide Typen 32,50

-gsa- Profil-Montage-Gehäuse

kauft man bei HW ELEKTRONIK, weil Preis u. Qualität stimmen!

komplett aus Alu, Profilschienen m. Gewinde, Industrie Design Natur matt eloxiert

Typ	H	T	B	DM
1011	60	100	150	10,75
1017	70	100	150	11,20
1022	80	100	100	8,75
1023	80	100	150	11,50
1025	100	100	200	18,50
1027	100	200	200	24,50
1026	100	200	300	28,90
1030	100	300	200	29,50
1032	100	300	400	48,50
1034	150	200	300	36,80
1038	150	300	400	54,90
1047	80	200	300	27,50

Ausführung wie vor, jedoch matt schwarz eloxiert

Typ	H	T	B	DM
1050	60	100	150	14,95
1051	60	120	180	17,50
1052	60	150	200	19,90
1053	80	150	200	21,80
1054	80	150	220	23,50
1055	80	200	300	34,50
1056	100	200	300	36,50
1057	100	300	200	37,50

Weller-Lötstation WTCP

komplette Lötstation mit Schutztrafo 220/24 V u. temperaturgeregeltem Lötkolben 24 V/50 W m. „Longlife-Spitze", welche Lötkolbenhalter, Tropfschale, Schwamm, Schalter Sicherung u. Kontrollicht beinhaltet

SUPERPREIS nur 119,00

HIFI-Boxen, die die DIN-Norm 45500 weit übertreffen (Deutsches Markenfabrikat).

3-Wege-System mit ungewöhnlich guter linearer Abstrahlung breiter Charakteristik akust. Leistung u. Dynamik durch Kalottensysteme kaum erreichbar! Konusmembran Mittel-Hochton-lautsprecher. Spez. Baßlautsprecher. Impedanz 4-8 Ohm. Freq.-bereich 25-25000 Hz. Eigenresonanz ca. 65 Hz. Klirrfaktor < 1 % ab 250 Hz bei 86 dB Schalldruck/3 m. Solides Holzgehäuse. Oberfläche licht- u. kratzfest. Front aus Al-Walmprägung, barocksilber

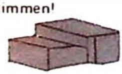
LB 7090 **70/90 Watt**
Maße: 395 × 245 × 205 mm
Holz: Nußbaum natur o. Esche sw
Paar **324,--**

LB 9120 **90/120 W**
Maße: 495 × 275 × 230 mm
Holz: Nußbaum natur o. Esche sw
Paar **398,--**

-gsa- Schalengehäuse

kauft man bei HW ELEKTRONIK, weil Preis u. Qualität stimmen!

Aus Aluminium mit schwarz-beschichteten Schalen, blanken Front- u. Rückplatten



Typ	Höhe	Tiefe mm	Breite	DM	Typ	Höhe	Tiefe mm	Breite	DM
9001	25	75	50	2,40	9010	50	100	200	8,90
9002	25	75	75	2,50	9011	50	100	250	10,80
9003	25	75	100	3,30	9012	50	100	300	12,50
9004	25	100	50	2,80	9013	75	150	50	6,40
9005	25	100	75	3,50	9014	75	150	100	8,70
9006	25	100	100	3,95	9015	75	150	150	11,50
9007	50	100	50	3,70	9016	75	150	200	14,90
9008	50	100	100	5,40	9017	75	150	250	17,50
9009	50	100	150	7,20	9018	75	150	300	19,90

SUPER-HORN PH 8

max. 312 W
4000-30 000 Hz ± 2 dB
nur **18,50**

Wir liefern nur garantierte Qualität!
Bitte überzeugen Sie sich von unserer Leistungsfähigkeit!

Populäre Elektronik 7/78

3. Jahrgang Nr. 7, Juli 1978 — Populäre Elektronik erscheint monatlich

Redaktion und Grafische Gestaltung:
K. Becher, J. Kattekamp, W. Leiner, J. Palmen, J. Pas, J. Verstraten
Ständige freie Mitarbeiter:
W. Back, A.F. Hartfiel, W.F. Jacobi, F. Scheel
Verlags- und Anzeigenleiter:
H. Krott
Verlag, Redaktion und Anzeigenverwaltung:
DER PE-Verlag-GmbH, Postfach 1366, 5063 Overath
Telefon: 02206/4242
Geschäftszeiten:
Montag—Freitag 8.30—12.00 und 12.30—17.00 Uhr.
Konten:
Postscheckkonto Köln 295790—507, Kreissparkasse Köln, Zweigstelle Overath/HeiligenhausNr.039/001227
Abonnement:
Siehe Bestellkarte in dieser Ausgabe. Kündigung zum Jahresende ist jederzeit möglich.
Anzeigen:
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr.4.
Vertrieb:
IPV Inland Presse Vertrieb GmbH, Wendenstr. 27—29, 2000 Hamburg 1.
Druck:
Locher KG, 5000 Köln 30.
Printed in Germany, Imprime en Allemagne.
Auslandsvertretungen:
Österreich: Messner Ges.mbH, Liebhartsgasse 1, A1160 Wien, Tel.: 0222/925488,951265
Schweiz: SMS-Elektronik, Kölliker-str. 121, 5014 Gretzenbach, Tel.: 064/414 155.

Alle in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlichten Beiträge stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknupft sein. Alle Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen konnen geschützt sein, deshalb werden sie ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Geräte kann keine Haftung übernommen werden. Rücksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefügt ist. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtungen aller Art sind zu beachten. Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Geräte. Urheberrechte: DER PE-Verlag-GmbH, Overath und Z.O.U.T., Maastricht, Niederlande. Bei namentlich gekennzeichneten Beiträgen: Rechte beim Autor.

In dieser Ausgabe:

	Seite
VORWORT Einfache Elektronik - komplizierter Begriff	13
DENKEN IN HIGH UND LOW (5) Vor/Rückwärts - Zähler SN 74 192	14
OHMS Widerstands - Meßvorsatz zum Dig. - Meter	23
DER BUCHTIP	34
SO FUNKTIONIERT DAS! Kondensatoren in der Schaltung, Teil.2	35
POSTFACH 1366 Stereo - Balance - Meter	39
ELEKTRONISCHES TAUZIEHEN Reaktionstest als Zeitvertreib	40
VORSCHAU	55
WÜRFELN MIT GOLIATH 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 in 7 Segmenten	62
HITPARADE Ihr Schaltungswunsch im P.E.-Programm!	72
INSERENTENVERZEICHNIS	78

1-Kanal-Modul, 1000 W, 220 V . . . . . a **DM 8,90**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 5,80**
Mikrofonlichtorgel, 3x 1000 W, 220 V, 3 Kanäle, Bausatz . . . . . **DM 39,50**
Passendes Gehäuse . . . . . **DM 9,50**
Fertigbaustein . . . . . **DM 49,20**
Pausenkanal, 1000 W, f. samtl. Lichtorgelp. Bs . **DM 12,95**
RC-Tongenerator, 35 Hz-40 kHz, Sinus 0,8% Klirrfaktor, Bausatz **DM 23,50** Passendes Gehäuse . . . **DM 8,90**
Netzteil für RC-TG, Bausatz . . . . . **DM 8,15**
TCA 730/740, Klangregelteil mit IC von Valvo, kompletter Bausatz mit Potentiometer, Steerbausführung . . . . . **DM 44,25**

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . **DM 29,95**
10-Kanal-Lauflicht, 10x 500 W, 220 V, Bausatz **DM 52,50**
Passendes Gehäuse . . . . . **DM 9,50**
16-W-Hi-Fi-Endstufe, 15 Hz-80 kHz, 0,1% Klirrf. **DM 27,50**
Netzgerät, 0-22 V stufenlos regelbar, max. 2 A, Bausatz . . . . . **DM 18,95**
Passender Netztrafo, 24 V, 1,7 A . . . . . **DM 14,95**
Halbleiter Vergleichsliste, 13 000 Halbleiter . **DM 4,95**
Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs **DM 11,50**
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . **DM 9,80**
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . . **DM 5,20**
3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sireneton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . **DM 12,95**
Sensor-Tip-Schalter mit Relais, zum Ein-/Ausschalten von Geräten, Schaltleistung max. 2600 W, 220 V, Bs **DM 12,55**
Telefonverstärker, Fertiggerät . . . . . **DM 24,95**
Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . . . **DM 23,95**
Hallspirale RE-4 DM 15,00 **Hallspirale RE-6 DM 11,50**
Elektronischer Lesley, Bausatz . . . . . **DM 23,95**

Elektrische Luftpumpe, max. 1,2 atü, für 12 V Autoanschl. . . . . **DM 35,95**
309 K Netzteil für TTL Stromversorgung, Ausg. 5 V 1 A, Bausatz . . . . . **DM 16,95**
Passender Netztrafo für Netzteil 309 K . . . . . **DM 12,85**
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220 V Netzteil eingebaut, mit sender, kpl **DM 89,50**
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . . **DM 27,50**
Lichtdimmer, 400 W, zum Unterputzeinbau, betriebsbereit . . . . . **DM 19,95**

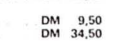
Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment ca. 500 qcm . . **DM 2,50**
Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment 1 kg . . . . . **DM 10,00**
Mini-Zähler, Funkschau, 10 Hz/5 MHz, Bausatz **DM 172,00**
Passender Gehäusebausatz für Mini-Zähler . . . **DM 24,90**
Sinclair-Multimeter DM 2, komplett . . . . . **DM 380,00**

Preisschlager aus Eigenimporten:
Digitaluhr mit 6 Funktionen, Edelstahlarmband, verstellbar, Schnellverschluß, 1/2 Jahr Garantie, Stunden, Minuten, Sekunden, Tag, Monat, Datum, DG Uhr . . . . . **DM 49,00**
ab 3 Stück . . . . . a **DM 45,00**
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bs **DM 59,00**
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bst **DM 74,00**
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W, Bausatz **DM 64,95**
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W, Fertigbaustein . . . . . **DM 79,00**

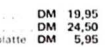
LIGHT 2000 das Lichtsteuergerät der Superlative. Das 4-kanalige Gerät hat pro Kanal eine Belastbarkeit von 2000 Watt, 4 Triacs auf Fingerkuhlkörper. Auf die Grundplatte werden 5 Baugruppen (Module) mit Steckerleisten aufmontiert. Das Light 2000 bietet folgende Möglichkeiten: a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv), b) 4-Kanal-Digitallichtorgel, c) 4-Kanal-Lauflicht mit Hellsteuerung oder Dunkelsteuerung, d) 4-Kanal-Lauflicht mit Musiksteuerung, e) sämtliche oben aufgeführten Variationen können gedimmert werden. Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung. Dadurch ist ein vollkommen Störungsfreier Betrieb möglich. Das ideale Gerät für Musiker und Diskotheken, 13seitige Beschreibung. Best. 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, 3 Regler, 1 Tastensatz
Bausatz LIGHT 2000 . . . . . **DM 249,00**
Fertigbaustein . . . . . **DM 298,00**
Platinensatz (6 Stück) mit 13seitiger ausführlicher Beschreibung mit Bauanleitung, Oszillogrammen, usw. **DM 38,00**
Fertiggerät LIGHT 2000 im Profilgehäuse, Künstleder mit 4 Doppelsteckdosen, Frontpl. (Aluminium, schw.) **DM 598,00**

Lichtschweller, Frequenz von 0,3-5 Hz stufenlos einstellbar. Die Lichtintensität geht von Dunkel bis volle Helligkeit. Das Licht blinkt also nicht, sondern schwillt langsam an und wieder aus. Die Frequenz dieses Vorganges läßt sich mit einem Potentiometer einstellen. Am Ausgang kann man 220 V-Lampen, max. 1000 W, anschließen. Steuerung durch Triac. Bausatz Lichtschweller . . . . . **DM 26,95**

LO 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knopfen, usw.
Bausatz LO 42, 4 Kanal . . . . . **DM 76,00**
Fertigbausatz LO 42 . . . . . **DM 89,00**
Passendes Gehäuse . . . . . **DM 9,50**
Fertiggerat LO 42 . . . . . **DM 169,00**



LOB 14, 3-Kanal-Lichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Vorregler), Sicherung mit Achsen und Knopfen. Spezial-NF-Übertrager, dadurch spricht diese Lichtorgel bei kleiner Lautstarke voll an. Platine 20 x 5,5 cm. Leistung 3x 1000 W, 220 V
Bausatz LOB 14 . . . . . **DM 22,95**
Fertigbaustein LOB 14
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . **DM 9,50**
Betriebsbereites Gehäuse mit LOB 14 . . . **DM 34,50**



NEU: LOB 30 Mini, 3-Kanal-Lichtorgel wie LOB 14, jedoch ohne Vorregler, komplett mit Platine, Knopfen, Potis, usw. 3x 1000 W
Bausatz LOB 30 . . . . . **DM 19,95**
Fertigbausatz . . . . . **DM 24,50**
Passendes Gehäuse mit Beschrifteter Frontplatte **DM 5,95**

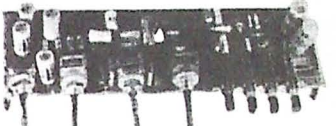
20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Hohen Tiefenregelung + 18 dB
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . **DM 29,75**
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . **DM 59,50**
Fertigbausatzen 20 W Edwin mit Potis . . . **DM 39,95**
Netzteil Mono und Stereo . . . . . **DM 22,50**
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . . **DM 14,90**

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi 30 W Sinus Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleitern, NTC usw.
Bausatz TE 30 . . . **DM 29,85**
2 Stück . . . **DM 55,00**
Mononetzteil . . . **DM 22,50**
Stereonetzteil . . . **DM 28,50**

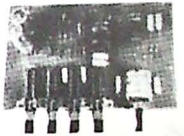
40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1V/50 kOhm, Betriebsspannung 42 V
Bausatz 40 W Edwin . . . . . **DM 39,50**
2 Stück . . . . . **DM 77,00**
Mononetzteil . . . . . **DM 34,50**
Stereonetzteil . . . . . **DM 45,50**

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskuhlkorper, U eing. 0,5 V, 100 W Endstufe, Bausatz . . . . . **DM 55,00**
Fertigbausatzen EQUA 100, geprüft . . . . **DM 88,00**
Mononetzteil **DM 52,00** Stereonetzteil **DM 74,00**

Hochwertiger Stereo-Verstärker 100
Stereo-Vorverstarker für samtliche Endstufen geeignet. 4 Umschaltbare Eingange für Tonband, Tuner magn. Plattenspieler, frei. Lautstarke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung + 20 dB, 15 bis 70 kHz, 25-60 V



dausatz Vorverstarker 100 mit Potis und Tasten **DM 59,50**



Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch, Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhörerausg., 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . **DM 33.95**

Audioskop zum Sichtbarmachen von NF-Signalen aus Tonb., Plattenspieler, Radio, aus dem Fernsehschirm, Bs **DM 14,25**
Geräuschschalter mit Kristallmikrofon, Bausatz **DM 32,95**
Passendes Gehäuse dazu . . . . . **DM 9,50**

Fernsehspiel Viedeo 3000, komplett . . . . . **DM 189,00**
Netzteil dazu . . . . . **DM 18,00**
Fernbedienung . . . . . **DM 39,50**
Gewehr . . . . . **DM 78,00**

60-W-Siemens-Endstufe, 10 Hz-30 kHz, 0,4% Klirrfaktor . . . . . **DM 47,90**
Netzteil Mono . . . . . **DM 37,95**
Netzteil Stereo . . . . . **DM 56,00**

Fingerkühlkörper, TO-3 Lochung . . . . . **DM 1,00**
BC237, BC 238, BC 239 C, BC 307
10 St **DM 3,00** 100 St **DM 25,00** 1000 St **DM 200,00**
Auch gemischter Abnahme möglich!
Thyristoren, 400 V, 6 A, Plastik . . . . . a **DM 1,95**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 1,50**
Triacs, 400 V, 6 A, TO 66, Metallgehäuse . . . . . a **DM 2,95**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 2,20**

UKW-Sender HF 65, 60-145 MHz, Bausatz . . . . . **DM 24,00**
UKW-Empfänger, Bausatz . . . . . **DM 26,50**
Antennenverstärker HF 395, Bausatz . . . . . **DM 14,95**
Antennenverstärker, betriebsb. f. Auto, m. Kabel **DM 21,95**
Netzteil 1341, 5,25 V, 4 A stufenl. regelb., Bs **DM 39,20**
Passender Netztrafo für 1341, 4 A . . . . . **DM 29,50**

Lautsprecherbespannstoff, 75 cm breit, schwarz, beige, 1 m . . . . . **DM 9,25**
CA 3086, Original RCA, Sonderpreis . . . . . **DM 1,85**
Netztrafos für gedr. Schaltung EJ 30, 12 V, 1 VA . . . . . **DM 4,25**
6 V, 1 A . . . . . **DM 4,25**

2x 5 V, 2x 250 mA	**6,95**	2x 12 V, 2x 200 mA	**7,95**
2x 12 V, 2x 1 A, M 55	**13,95**	2x 12 V, 2x 1,7 A, M 65	**13,95**
1x 8 V, 3 A, M 55	**11,95**	1x 33 V, 3 A, M 65	**22,95**
2x 32 V, 2x 3 A, M 85	**32,00**	2x 24 V, 2x 3 A, M 85	**32,00**
1x 42 V, 2 A, M 74	**24,50**	2x 42 V, 4 A, M 85	**32,00**
1 x 24 V, 4 A, M 74	**29,50**	1x 18 V, 2 A, M 55	**13,95**

TVV 2000 Hi-Fi-Stereoverstärker in Kompaktausführung mit 2x 40 W Musikleistung, Klirrfaktor kleiner 0,5%, Frequenzgang 18 Hz bis 24 kHz, Höhen-Tiefenregelung + 18 dB, Ausgänge kurzschlußfest, Lautsprecherausgänge 4-8 Ohm. Die vier Diodenbuchsen zwei Lautsprecherbuchsen, 4fach Tastensatz und die vier Stereopotentiometer für Lautstärke-, Höhen-Tiefen- und Balanceregelung werden auf die Platine gelötet. Es sind keinerlei Verdrahtungs- und Abgleicharbeitennotig. Vier umschaltbare Eingänge für Mikrofon, Magnet- und Kristallplattenspieler, Tonband oder Tuner. Platine 28 x 20 cm. Der Platz für den Netztrafo ist aus der Platine ausgesagt.
Bausatz TVV 2000 mit Netzteil komplett . . . . . **DM 159,00**
Fertigbaustein TVV 2000, Geprüft . . . . . **DM 199,00**

LO 77: Lichtorgel wie LOB 14, jedoch komplett mit gestanztem Gehäuse für 3 Lichtbausteckdosen, NF Buchse, Netzkabeldurchführung, 4 Löcher an der Frontplatte für Regler, Netzkabel, 3adrig
Bausatz LO 77 . . . . . **DM 44,95**
Fertiggerät LO 77 . . . . . **DM 59,00**
Gestanztes Gehäuse leer . . . . . **DM 12,95**
Passende Steckdosen . . . . . **DM 2,50**

Entstörsatz für sämtliche Lichtorgeln geeignet, bestehend aus Drossel und Entstörkondensator und Einbauanleitung, auch für Dimmer
Entstörsatz 1 Stück . . . **DM 3,95** 3 Stück **DM 11,00**

Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektorlampe, rot, weiß, gelb, grün, blau **DM 11,50**
Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektor ab 12 Stück . . . . . a **DM 9,90**
AFS-Strahlerfassung aus schwenkb., Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage, E 27 . . . . . **DM 11,50**
ab 12 Stück . . . . . ab **DM 9,90**

NEU! Digitaluhr mit Wecker, Typ 2020 DM 66,00. Kompl. Bausatz mit 7-Segment-Anzeige, 12,5 mm, grün-blau, alle Bauteile mit Leiterpl., Netzstrafo, IC usw., mit Netzausfallanzeige, 24-Std.-Betrieb, 24-Std.-Wecker, Schlummerautom., Std.-Min.-, od. Min.-Sek.-Anzeige (umschaltbar), autom. Helligkeitsregelung, verwendbar als Stopuhr, netzsynchron, 220 V . . . . . **DM 66,00**
Gehäuse mit Scheibe und Netzkabel . . . . . **DM 10,50**
Digitaluhr-Baus, wie ob., jed. o. Wecker, DU 2000 **DM 48,80**
Gehäuse, Kunststoff, mit Scheibe . . . . . **DM 7,90**

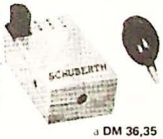
Netzgerät 723, Spannung regelbar 2-37 V, max. Strom 3 A, Restbrumm 100 uV, IC geregelt, eingeb. Strombegrenzung, Bausatz . . . . . **DM 28,95**
Trafo 24 V, 1,7 A (Regelbereich 2-28 V, 1,7 A) **DM 13,95**
Trafo 33 V, 2 A (Regelbereich 2-37 V, 2,0 A) **DM 24,50**
Scharzlicht, Lampe, 220 V, 75 W, Fassung E 27 normal, kein Vorschaltgerat erforderlich **DM 5,90**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 4,80**

TRIAC-BLINKLICHT (Lichtpulser) Strobokop für normale 220 V-Glühlampen, bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser . . . . . **DM 14,50**

Elektronische Sirene, 6-15 V, auf- und abschwellender Ton für Alarmanlage, Modellbau usw. Bausatz . . . . . **DM 12,00**
Magna Flash, Lichtblitzstroboskop wie Abb. 3-17 mal regelb., betriebsber. Ger. **DM 79,25**
Lichtblitzstroboskop, Frequenz 1-10 Hz regelbar, 220 V, Hochleistungsblitzrohre
Bausatz 80 W/sek. . . . . **DM 31,50**
125 W/sek . . . . . **DM 38,50**

Hi-Fi-Verstärker 4-100 W
4-W-IC-Verstärker 6-12 V, 40 Hz-14 kHz, 1% Kl.
Bausatz TV 4 **DM 13,50** Baustein TV 4 **DM 18,50**
10-W-IC-Verstärker, 12-24 V, 40 Hz-15 kHz, 0,8% Kl., U eing. 50 mV!
Bausatz TV 10 **DM 17,95** Baustein TV 10 **DM 24,50**

Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeftongebers, Netzanschl. 220 V. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.



Klatschschalter komplett . . . . . a **DM 36,35**
ab 3 Stück . . . . . a **DM 34,35**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 28,00**
bei größeren Stückzahlen bitte Angebot anfordern

3-Kanallichtorgel, 3x 1000 W mit NF-Automatik, Triacsteuerung, aktiven RC-Filtern (2 Transistoren je Kanal), Netzteil, NF-Vorverstärker, Sicherung, Eingangsempfindlichkeit 0,1 W!

Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . . **DM 42,50**
Baustein . . . . . **DM 54,00**
Passendes Gehäuse Plastik m. beschr. Frontplatte . **DM 9,50**
LOB 5/1000 AV, Daten wie oben, jedoch 5 Kanäle
Bausatz LOB 5/1000 AV . . . . . **DM 56,90**
Baustein . . . . . **DM 68,00**
Passendes Gehäuse mit beschrifteter Front . . . . . **DM 9,50**

Lauflichtsteuergerät, 4 Kanal, 4x 500 W. Vier Kanäle werden nacheinander durchgesteuert, Frequenz 1-10 Hz regelbar.

Bausatz LFL . . . . . **DM 42,00**
Baustein . . . . . **DM 52,00**
Passendes Gehäuse m. beschr. Frontplatte . . . . . **DM 9,50**

DISCO-LICHTORGEL 10, 3 Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75

Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . . **DM 77,85**
Fertiggerat Disco 10 . . . . . **DM 128,00**

Disco-Lichtorgel 20, Baugruppe wie LOB 14, Gehäuse, Frontplatte usw. wie Disco 10
Bausatz Disco-Lichtorgel 20 . . . . . **DM 62,95**
Fertiggerat Disco-Lichtorgel 20 . . . . . **DM 99,95**
Bitte kostenlos Katalog anfordern!
Wiederverkäufer bitte Händlerliste anfordern!

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 525 - Tel. 09251/6393

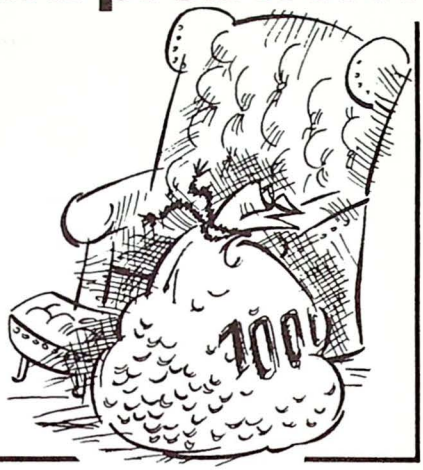
. . . bequem und preiswert!

..... ist das P.E.-Abonnement auch für Sie, wenn Sie die eingeheftete Abonnement-Bestellkarte noch heute einsenden.

Das P.E.-Abonnement kostet ab Heft **8/78 DM 12,00**, einschl. MwSt., Porto und Versandkosten.

Die bisher erschienenen Hefte(außer Heft 2/76-77) können Sie zum Abonnementspreis von DM 2,50 nachbestellen.

Die Bestellkarte senden Sie bitte an:
DERPE-Verlag-GmbH, Postfach 1366, 5063 Overath.



Besuchen Sie unsere große CB-SUPER-SHOW auf der DEFACTA, Konstanz 23.–25. Juni '78

Wir führen das gesamte CB-Programm und liefern sofort – – unsere Leistung, Ihr Gewinn – Wir vergeben Bezirksvertretungen für interessante Artikel. Informieren Sie sich !

Lothar ALbrecht
Dovenkamp 11
2073 Lütjensee
Tel. 04154/7274
Telex 2189 406 agru d

ALBRECHT FUNK

Abonnenten *werben* Abonnenten

. . . . . denn wer kennt POPULÄRE ELEKTRONIK besser als Sie?

Der größte Teil der P.E.-Abonnenten ist schon seit der ersten Ausgabe dabei und sicher möchten auch Sie, daß P.E. neue Freunde gewinnt.
Gewinnen können auch Sie bei dieser Abonnenten-Werbeaktion:

1. Für jeden neu geworbenen Abonnenten erhalten Sie eine Werbeprämie in Höhe von DM 6,50 als Warengutschein.
2. Sie nehmen an einer Verlosung teil, bei der Geld bzw. Warenbeträge zu gewinnen sind.

Wie das alles funktioniert, sagen Ihnen die nachstehenden Wettbewerbsbedingungen. Und nun noch schnell die wichtigsten Argumente, die für ein Abonnement von POPULARE ELEKTRONIK sprechen:

1. Thematisch interessante, vollständige Schaltungsbeschreibungen mit einer bemerkenswert hohen Nachbausicherheit.
2. Wertvolle Grundlagenartikel z.B. MIKRO, Wie funktioniert das? .
3. Anregungen, Ideen, Hinweise . . . z.B. in der Rubrik: TIP
4. Die zur Zeit laufenden Serien: Modulserie (HiFi), Modulserie (Meßplatz), TTL-Trainer
5. Aktuelle Angebote des Elektronik-Fachhandels
6. Handliches A 5-Format
7. P.E. erscheint monatlich und die Abonnenten erhalten das neue Heft als erste.
8. Im Abonnenment ist P.E. natürlich auch vom Preis her günstiger.
9. Die bisher erschienenen Hefte (außer Heft 2/76/77) sind noch lieferbar zum Abo-Preis von DM 2,50.

Also jetzt kann's losgehen. Viel Spaß und viel Glück.

Wettbewerbsbedingungen:

1. Für die Werbung neuer Abonnenten kann nur die eingeheftete Werbekarte benutzt werden. Für mehrere geworbene Abonnenten können zusätzliche Blätter beigefügt werden. Die Karten sind nur gültig, wenn Sie Ihre Abonnementnummer (das ist auf Ihrem Adreßaufkleber die Nr. oben links, über Ihrem Namen) auf der Karte eingetragen haben.
2. Der geworbene Abonnent darf in den letzten 12 Monaten nicht Abonnent von P.E. gewesen sein.
3. Die Werbeprämie in Höhe von DM 6,50 wird nur als Warengutschein für Waren aus unserem Verlagsprogramm gewährt (Prints, Frontplatten, Sammelmappen, ältere Hefte). Eine Barauszahlung ist nicht möglich.
4. Die Gewährung der Werbeprämie und die Teilnahme an der Verlosung erfolgt erst dann, wenn von den neu geworbenen Abonnenten der Bestellwert eingezahlt worden ist.
5. Für jeden neu geworbenen Abonnenten nimmt der Werber an der Verlosung teil, d. h. wenn jemand 4 neue Abonnenten wirbt, so nimmt er auch mit 4 Losen an der Verlosung teil.
6. Die Preisverteilung der Verlosung:
   - **1. Preis: DM 300,— in bar**
   - **2. Preis: DM 200,— in bar**
   - **3. Preis: DM 100,— in bar**
   - **4.-6. Preis: je DM 50,— in bar**
   - **7.-10. Preis: je DM 30,— in bar**
   - **11.-20. Preis: je DM 20,— als Gutschein für P.E.-Prints (Barauszahlung nicht möglich)**
   - **21.-30. Preis: je 1 P.E.-Sammelmappe (Wert 10,80 DM).**
7. Die Werbeaktion endet am 15. Juli 1978 (Datum des Poststempels). Werbekarten, die nach diesem Datum eintreffen, werden als normale Abonnementsbestellung gewertet. Eine Teilnahme an der Verlosung ist ebenfalls nicht möglich.
8. Die Gewinner werden nach der Auslosung schriftlich benachrichtigt. Die Namen der ersten drei Preisträger werden zusätzlich in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlicht.
9. Der Wettbewerb findet unter Ausschluß des Rechtsweges statt. Mitarbeiter der DERPE-Verlag-GmbH und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

electronic-hobby-shop

Bestückungssortimente - Bausätze - Bauelemente

Kaiserstraße 20 5300 Bonn 1 Telefon 0 22 21 63 99 90

ARMBANDRECHNER

Armbandrechner 8stellige Anzeige mit vielen Funktionen: + − . : √% 1/x x² und Speicher; einfacher elektronischer Aufbau.
Superpreis DM 54,50

NEUheiten

Digital-Thermometer von −25°C bis +85°C einfacher Nachbau, eine Anwendung des ICL 7107 aus dem P.E.-Digital-Voltmeter, einschl. Gehäuse, Platine und sämtliche Bauelemente.

Ohm-Vorsatz
Kompletter Bausatz mit Bauelementen, P.E.-Platine und Frontplatte
PE 0778-11 . . . . . .DM 32,50
Bauteile einzeln PE 0778-12. . . .DM 15,90
Orig.PE-Platine PE 0778-13 . . . . DM 7,85
Frontplatte PE 0778-14 . . . . . .DM 10,20

Würfeln mit Goliath
Bauteile lt. Stückliste in diesem Heft
PE 0778-21 . . . . . .DM 13,80
Orig. PE-Platine PE 0778-22. . . . DM 6,10

Elektronisches Tauziehen
Kompletter Bausatz mit allen Bauteilen,PE-Platine und Gehäuse,PE 0778-31 .DM 64,80
Bauelemente lt. Stückliste in diesem Heft
Platine und Gehäuse,PE 0778-31 .DM 64,80
Bauelemente lt. Stückliste in diesem Heft
PE 0778-32 . . . . . .DM 47,50
Orig. Platine PE 0778-33. . . . . .DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3. . . . . DM 5,85

Messmodule Alle übrig. Module ab Lager lieferbar
Sinusgenerator
Kompletter Bausatz mit Bauteilen, orig. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 54,00**
Komplettpreis=Sparpreis,hier . DM 4,90
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Rechteckzusatz
komplettes Bauteilesortiment incl. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 33,85**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Digital–Voltmeter
bestehend aus Bauteilen für DVM-Modul und DC-Volt-Vorteiler einschl. beider Platinen und Frontplatten orig. P.E.
PE 0678-31 . . . . . **DM128,00**
auch einzeln erhältlich: **DM74,50**
Baut.DVM-Modul PE0678-32
Baut. DC-Volt PE0678-33 **DM12,90**
Platinensatz DVM-Modul und DC-Volt PE0678-34 **DM19,35**
Frontplatte DVM
PE0678-35 **DM19,50**
Frontplatte DC-Volt
PE0678-36 **DM9,15**

ÜBUNGEN

TTL-Trainer

Bauteilesortiment einschl. Trafo, IC Fassungen, Lötnagel und Steckstiften sowie farbigen Kabelstücken . . . . . **DM 52,00**
orig. PE-Platine . . . . . **DM 29,00**
Gehäuse TEKO P/4 . . . . . **DM 10,75**
Komplettbausatz
wie oben . . . . . **nur DM 89,00**

Super-Spannungs-Quelle
Bauteilesortiment einschl. Trafo, ICs, Zeigerknopfen usw. . . . . **DM 79,80**
Al-Profilgehäuse, gebohrt und bedruckt, mit
Kühlkörper als Rückwand . . **DM 39,80**
Meßgerät 0-30 Volt . . . . . **DM 17,90**
Meßgerät 0-3 Ampere . . . . . **DM 16,90**
orig. PE-Platine . . . . . **DM 13,10**
Komplettbausatz mit sämtlichen Teilen wie oben aufgeführt . . . **nur DM 148,00**

Bitte beachten Sie unsere Mindestbestellmenge von **DM 20,-** . Unser vollständiges Angebot mit P.E.-Bausätzen entnehmen Sie auch der Anzeige in P.E. 4/78, Seiten 4 – 6.

und Heft 6, Seite 75

VEB SECUTRONIC

Buchreihe Elektronik
für Freizeit + Beruf

Band 400

Bluthard, 50 Experimente mit Tonband + Cassette

104 Seiten, 46 Abb., kart., DM 8,40,
ISBN 3-7724-0288-7

Nutzen Sie die Erfahrung des Autors! In diesem Buch serviert er seine 50 besten Experimente, um aus Ihnen einen guten und begeisterten Tricktechniker zu machen.

Einzelband DM 8,– Doppelband DM 13,80

TOPP bringt wertvolle Anregungen und Tips für den Elektronik-Amateur. Verständlicher Text und Schaltungsbeispiele erleichtern den Nachbau. Ständige Neuerscheinungen behandeln aktuelle Themen aus der Praxis.

Informieren Sie sich. Das Gesamtverzeichnis und das Heft „Welche Schaltung suchen Sie?" erhalten Sie kostenlos. Hier sind – leicht auffindbar – 1000 Schaltungen aus allen TOPP-Bänden aufgeführt.

frech-verlag

7000 Stuttgart 1 · Vaihinger Landstraße 4 · Telefon 07 11/69 10 11

Funkkatalog neu

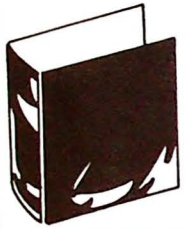
150 Seiten, Amateurfunk-, Hobbyfunk und Zubehör. Über 500 preisgünstige Angebote.

Elektronik-Katalog neu

Bausätze, Bauteile, Meßtechnik, Werkzeuge, Elektronik von a–z. Über 1000 preisgünstige Angebote.

Schutzgebühr je DM 3,– (Briefmarken oder IRC). Wird beim Kauf ab DM 50,– angerechnet. Kein NN-Versand.

WEBER-FUNK · Postfach 347026 · 28 Bremen 34 FE 2



Sammelmappe für POPULARE ELEKTRONIK

Eine stabile und repräsentative Sammelmappe bringt Ordnung in Ihre P.E.-Hefte. Farbe: Rot. Lieferung durch Vorauszahlung auf Postscheckkonto Köln, 29 5790-507, DERPE-Verlag.

krogloth electronic

Hillerstraße 6 — 8500 Nürnberg
Telefon 0911/32 83 06

HF-Leistungstransis-SSS oder Mot., keine Ersatztoren, relays

2 N 4427	3,50	BC 107 b	0,40	E 300	1,80
2 N 6080	16,00	BC 108 b	0,50	E 310	2,15
2 N 6081	27,00	BC 109 c	0,60	2 N 918	1,00
2 N 6082	35,00	BC 140-10	1,00	2 N 1613	0,50
2 N 6083	40,00	BC 147 b	0,50	2 N 3054 RCA	2,80
2 N 6084	49,00	BC 149 b, c	0,60	2 N 3055	2,40
2 N 5944	26,50	BC 177 b	0,60	2 N 3055 RCA	3,15
2 N 5945	35,50	BC 237 b	0,40	2 N 3866	2,90
2 N 5946	47,00	BC 239 c	0,35	40673	3,75
RF 2081	59,50	BC 413 b	0,45	40841	2,50
RF 2127	126,00	BC 547 b	0,40	BF 199	0,70
SD 1087	55,00	BC 557 b	0,45	BF 900	2,80
SD 1088	75,00	BF 173	0,75	BF 905	3,10
SD 1089	85,00	BF 245 a, b	1,50	**BFR 34 a**	**6,70**
SD 1143	32,00	BFY 90	2,80	BFT 66	6,20

CA 3080	2,50	**LM 3900**	**1,65**	NE 567	5,80
CA 3085 A	7,90	LM 78...	2,50	SO 41 p	4,30
LM 309 K	3,70	LM 79...	2,70	SO 42 p	4,70
LM 703	1,80	ICL 8038	12,00	TAA 861	2,70
LM 709	0,90	ICM 7207	19,40	TBA 120	2,25
LM 723	1,70	ICM 7208	61,50	TBA 120 S	2,25
LM 741	1,00	NE 555	1,40	UAA 170	7,20
LM 1458	2,90	NE 566	4,75	UAA 180	7,20

Versand per Nachnahme — kostenlos Katalog anfordern

oder Vorkasse (+ 2,25 Versand)

-199.9

DVM 3 1/2 digit +/- 0,2 oder 2V
Linearität: 0,02%, Stabilität 10 ppm, Automatischer Nullpunkt, Polarität und Überlauf.
11mm LED, R_i) 1000MΩ
U: +/- 5.....9 Volt
Bausatz 65,00 DM A-4b Fertigteil 79,00DM
Konverter für alle DVM mit AC/DC + mit Netzteil. Diese Platine erweitert alle DVM zum Multimeter.
A, V, Ω 0,2; 2,20,200,2000 mA,V,kΩ, R_i= 11MΩ 1%, TK 50
Bausatz 79,00 DM A-4c Fertigteil 79,00DM
Zähler 6-digit voll programmierbar, f_{max} 11 MHz (6 Stellen). Erweiterbar bis 500 MHz, Anzeige 11mm LED. U_v : 10.....15V
Bausatz 69,00 DM AC-5/2 Fertigteil 79,00

Preise in DM inkl. MwSt.! Versand per Nachnahme. Katalog DM 0,90.

Steuerplatine mit Quarz und Netzteil (o.Tr.) NF-Eingang für viele Zähler. MOS-Technik
Bausatz 39,00DM ST-2 Fertigteil 49,00DM
Trafo dazu DM 8,50.
Prescaler für 200 bzw. 500MHz
-10; -100; TTL-out für alle Frequenzzähler zur Erweiterung. R_i : 50Ω, 15mV bei 100MHz. U_v : 5V
Bausatz (200) 49,00 DM PR-1 Fertigteil 57,00
Bausatz (500) 89,00 DM PR-4 Fertigt. 119.00
Frequenzzähler FZ - 2 bestehend aus PR-1, ST -2 und AC-5.
Bausatz 149,00DM FZ-2 Fertigteil 189.00
Netzgerät 1,7.....25V bei 1A (bis 5A möglich) Regelung 0,025% mit RCA-IC für Trafo 15..... ...28V/1A
Bausatz 29,50 DM N-3 Fertigteil 39,50 DM
NF-Stereo-Verstärker 2x50 Watt mit Darlington (150W-Typ!). U_v : +/- 18.....28V, R_i 4.....8Ω Klirrfaktor: ≤0,15%, U_{ein} : ≥1 Vss Elkoloser Ausgang
Bausatz 45,00DM NF-1 Fertigteil 68,00DM

STOLL digital-elektronik

Blücherstr. 25 · 62 Wiesbaden · Tel. 06121/45113

VORWORT

Einfache Elektronik – ein komplizierter Begriff

Wer zum ersten Mal ein Schaltbild sieht, versteht so gut wie nichts. „Das soll einfache Elektronik sein?" hieß es einmal angesichts der doch recht simplen Schaltung der FBI – Sirene (P.E. 1/76). Gemeint war: Für einen Anfänger ist auch das Allereinfachste schwierig genug.

Die Leser, die sich zu diesem Thema in Zuschriften äußern, veranstalten eine Art Tauziehen. „Bringt mehr Elektronik für Elektroniker" heißt es auf der einen Seite, und „Vergeßt die einfache Elektronik nicht" auf der anderen.

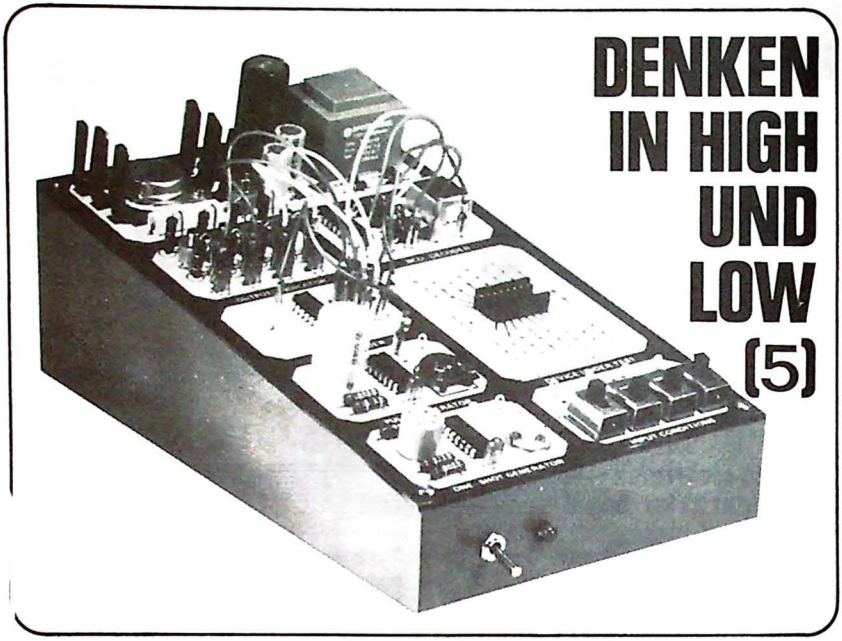
Was in Populäre Elektronik so alles getrieben wird: ein Meßplatz, eine umfangreiche HiFi-Anlage mit Effektmöglichkeiten, die Superspannungsquelle, ein universeller Timer – das ist häufig alles andere als einfache Elektronik im Sinne von „nicht komplex". Wer noch höher hinaus will, den müssen wir allerdings enttäuschen: Für Orgel, Synthesizer usw. ist hier kein Platz.

Damit ist der Rahmen nach oben hin abgesteckt. Wie sieht es am anderen Ende der Skala aus? Sind die einfachen Baubeschreibungen nicht einfach genug? Etwa der Peace-Maker, die Lampen-Kontrollschaltung, die Experimentierserien?

Wir meinen, daß eine andere, sinnvollere Interpretation von „einfacher Elektronik" möglich ist. Elektronik läßt sich nämlich unabhängig von ihrer Komplexität einfach darstellen, erklären und aufbauen. P.E. tut dies, mit den bewährten, ausführlichen Funktions- und Baubeschreibungen, mit übersichtlichen Blockschaltbildern, durch den modularen Aufbau der komplexeren Geräte und dank der Verwendung von Bauelementen, die gerade am Markt sind.

Da die Ausführlichkeit auch bei den einfachsten Baubeschreibungen beibehalten wird, hat diese Zeitschrift für Newcomer sogar die Startschwelle „auf Null" gelegt.

Deshalb präsentiert sich P.E. bewußt und sicher zu Recht als „Zeitschrift für einfache Elektronik", trotz des weitgespannten thematischen Rahmens.



DENKEN IN HIGH UND LOW (5)

Nachdem in der letzten Folge von „Denken in High und Low" das Vierfach – NAND-IC SN 7400 als ein sehr einfaches und erstes Beispiel eines Logik-Bausteins auf dem Experimentierfeld des TTL-Trainers war und ausführlich diskutiert wurde, geht es im vorliegenden Beitrag mit den reichlich komplexen ICs SN 74192 und SN 74193 weiter. Diese Typen sind vom Standpunkt eines logischen Aufbaus der Beitragsreihe eigentlich noch lange nicht „dran", aber es gibt einen besonderen Grund, sie vor zu ziehen: Die in dieser Ausgabe abgedruckte Baubeschreibung „elektronisches Tauziehen" beruht sozusagen existentiell auf den Funktionen des 74193. Der erwähnte Typ 74192 kann gleich mit erledigt werden, weil es sich um Varianten ein und derselben Schaltungsfunktion handelt. Beide ICs sind sogenannte Vor/Rückwärts-Zähler (up-down counter), dabei kann der 193 bis bzw. von ab 16 zählen, der 192 bis 10 bzw. von 10 ab rückwärts. In der Schaltung „Tauziehen" wird der 193 verwendet, für die Experimente auf dem TTL-Trainer ist es aber zweckmäßiger, die Funktionen dieser digitalen Bausteine anhand des Zehn-Zählers 192 aufzuzeigen. Wer trotzdem den Typ 193 anschafft, um ihn später zum Tauziehen zu benutzen, kann die Experimente durchführen; das Siebensegment-Display zeigt dann bei den Ziffern 10...15, die es nicht verarbeiten kann, merkwürdige Strich-Kombinationen.

Die beiden digitalen Bausteine SN 74192 und SN 74193 aus der TTL-Familie heißen im besten Fach-Hochdeutsch „monochip dual in line integrated circuit", das bedeutet soviel wie: integrierter Schaltkreis mit (in diesem Fall) 16 Anschlußpins, die in zwei Reihen (zu 2 x 8) angeordnet sind.

Bild 1 zeigt die ICs und ihre Anschlußbelegung in der Ansicht von oben, der üblichen Darstellungsweise. Es zeigt sich, daß alle 16 Pins belegt sind, es ist kein nc-Pin dabei (not connected). Später wird sich zeigen, welche Bedeutung die Anschlüsse haben, und daß tatsächlich alle erforderlich sind.

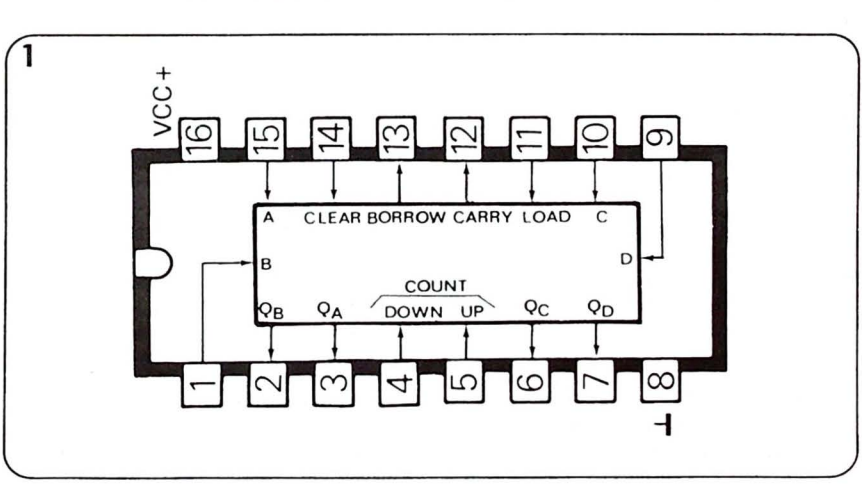
Jedes TTL-IC benötigt eine Speisespannung, der positive Versorgungsanschluß ist mit +vcc bezeichnet, der negative mit dem Massezeichen. Die Speisespannung liegt bei beiden hier besprochenen ICs an den Anschlüssen 8 und 16.

Bei der Beschreibung des SN 7400 zeigte das Anschlußbild auch die Innenschaltung des ICs, zwar nur als Blockbild, aber innerhalb des Kästchens waren vier NAND-Gatter-Symbole zu sehen. Die Innenschaltung der Vor/Rückwärts-Zähler ist soviel komplizierter, daß eine solche Blockdarstellung gar nicht möglich ist. Die Komplexität des 74192 geht aus Bild 2 hervor, hier ist die Innenschaltung als Blockbild dargestellt. Die Erläuterung der vielen Gatter und der vier Flip-Flops, die das 192 ausmachen, würde soviel Seiten beanspruchen, daß auf die Experimente mit dem TTL-Trainer verzichtet werden müßte – aber dafür hat man das teure Ding ja nicht gebaut.

Bevor es mit dem ersten Experiment losgeht, ist noch einiges zu den Eigenschaften der Vor/Rückwärts-Zähler zu sagen.

Bild 1 zeigt an den Anschlüssen 4 und 5 die Bezeichnungen „COUNT DOWN" und „COUNT UP". Jeder Zähler hat einen Zählimpulseingang, er ist mit „Takteingang" oder mit „clock" bezeichnet. Ein TTL-Zählerbaustein, auch z.B. der reichlich bekannte 7490, zählt die Impulse an diesem Eingang und gibt über seine Ausgänge die Information ab, welchen Inhalt (Anzahl der verarbeiteten Im-

Bild 1. Die Anschlußbelegungen der Vor/Rückwärts-Zähler-ICs SN 74192 und SN 74193.



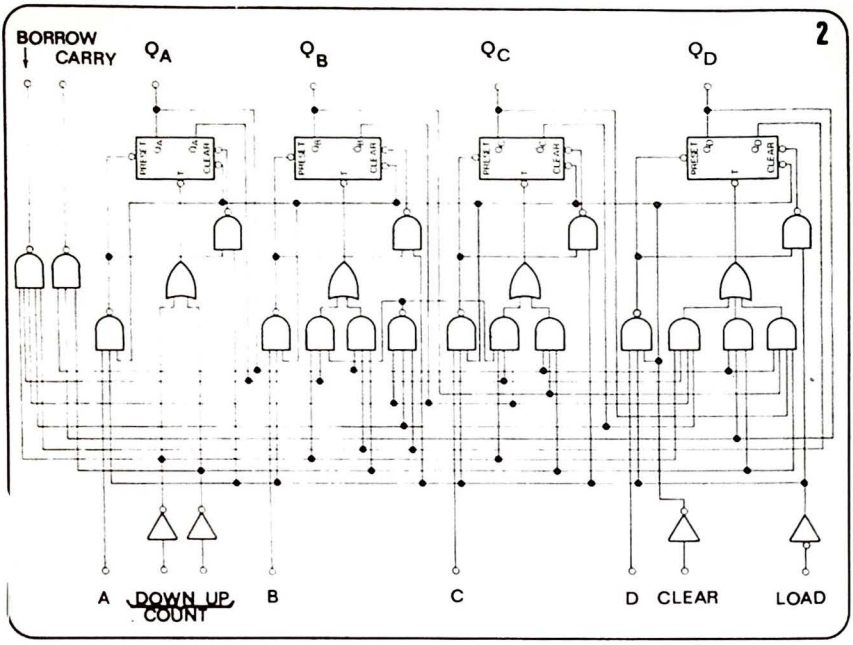


Bild 2. Die Innenschaltung des 74192 in Blockdarstellung zeigt zahlreiche Gatter und vier FlipFlops. Letztere bilden den Speicher, die Gatter sorgen für die Steuerung des Speichers.

pulse) sein Speicher hat. Die Ausgangsinformation erscheint im BCD-Code, ein nachfolgender BCD/Siebensegment-Codewandler (Dekoder-IC) sorgt dafür, daß die sieben Segmente der Ziffernanzeige richtig gesteuert werden, so daß die angezeigte Ziffer dem Speicherinhalt des Zählers entspricht.

Der 74192 funktioniert im Prinzip wie der 7490, jedoch kann man wählen, ob die Eingangsimpulse zum Zählerinhalt addiert oder von ihm subtrahiert werden sollen. Dafür hat der 192 zwei Takteingänge, und soviel Englisch kann jeder, daß es nicht erforderlich ist, darauf hinzuweisen, daß COUNT DOWN für Rückwärtszählen steht und COUNT UP für die umgekehrte Zählweise.

An den vier Ausgängen QA...QD in Bild 1 (Pfeilrichtung beachten) erscheint der momentane Zählerinhalt im bekannten BCD-Code, siehe Tabelle 1. Die H- und L-Zustände entsprechen somit der aufaddierten oder subtrahierten Impulsanzahl, wenn der Zähler bei der Null (bzw. bei der 10) gestartet wird. Damit der Zähler tatsächlich bei Null startet, genügt ein kurzer H-Impuls am CLEAR-Anschluß, Pin 14. Der Impuls bewirkt, daß alle vier Q-Ausgänge L werden, ein über einen Dekoder angeschlossenes Display würde „0" zeigen. Der Zählvorgang kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt mit einem CLEAR-Impuls abgebrochen werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Unterbrechung des Zählvorgangs bietet sich mit dem LOAD-Eingang in Zusammenwirken mit den DATA-

Eingängen A...D an den Anschlüssen 1, 9, 10 und 15. An diesen Anschlüssen kann man eine Ziffer 0...9 im BCD-Code vorgeben. Ein L-Impuls auf dem LOAD-Eingang bewirkt, daß der Speicher mit den Informationen an den DATA-Eingängen geladen wird; die übernommene BCD-Information erscheint unmittelbar an den Ausgängen QA...QD. Ist an den DATA-Eingängen z.B. der Code für die Ziffer 6 eingestellt, so erscheint diese L- und

ZIFFER	BCD – CODE			
	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

Tabelle I. Zum wiederholten Male, aber für das Verständnis eines Zählers unentbehrlich, der BCD-Code (Binary Coded Decimals).

H-Kombination beim LOAD-Impuls auch an den vier Ausgängen. Gibt man anschließend Zählimpulse auf einen der beiden Zähleingänge, so werden die Impulse zur 6 addiert bzw. von dieser Zahl subtrahiert.

Bild 1 zeigt zwei Anschlüsse, die noch nicht besprochen wurden. Es handelt sich um Ausgänge, wie aus der eingezeichneten Pfeilrichtung hervorgeht. Der maximale Zählerinhalt beträgt beim Typ 192 10 Impulse, beim 193 sind es 16 Impulse. Beim Eintreten des Zustands „Zähler voll" muß an eine eventuell nachgeschaltete Zählstelle ein Informationsimpuls abgegeben werden, der sogenannte Übertrag. Der CARRY-Ausgang liefert diesen Übertrag, ein H-Signal. Sinngemäß funktioniert der BORROW-Ausgang, hier erscheint ein H-Signal, wenn der Zählerinhalt im Verlauf der Subtraktion bei der Null „ankommt".

DIE FUNKTIONSWEISE DER IC'S, ERLÄUTERT ANHAND EINES IMPULSDIAGRAMMS

Eine bestimmte Art der Darstellung digitaler Vorgänge, das sogenannte Impulsdiagramm, ist besonders dazu geeignet, die Reaktionen eines Logik-Bausteines auf Maßnahmen an seinen Eingängen zu zeigen. Die digitalen Signale an den betrachteten Ein- und Ausgängen werden dabei über einer Zeitachse aufgetragen.

Auf den ersten Blick mag das in Bild 3 angegebene Impulsdiagramm verwirrend aussehen, es ist aber leicht zu lesen und zu verstehen. Nach einem kurzen Studium der an der vertikalen Achse aufgetragenen Anschlußbezeichnungen kann das Diagramm von links nach rechts gelesen werden.

Zum Zeitpunkt t0 wird ein H-Impuls auf den CLEAR-Eingang gegeben. Die vier Q-Ausgänge, deren Zustand mit H angenommen wurde, gehen beim CLEAR-Impuls zwangsweise auf L, was im Diagramm durch einen senkrechten Strich nach unten zur jeweiligen Nullinie angedeutet ist. Viermal L an den Q-Ausgängen D, C, B und A bedeutet nach Tabelle I: Zählerinhalt 0.

Folgt man dem Diagramm nach rechts, so erscheint als nächstes ein L-Impuls, der auf den LOAD-Eingang gegeben wird. Dies geschieht zum Zeitpunkt t1. Es ändern sich dabei die Zustände an den Q-Ausgängen, und zwar sind die vorprogrammierten logischen Zustände an den DATA-Eingängen D, C, B und A dafür verantwortlich, was sich im einzelnen tut. Das Diagramm zeigt bei genauem Hinsehen für die DATA-Eingänge folgende „Dauerzustände":

D = L, C = H, B = H, A = H

Nach Tabelle I entspricht diese Kombination der Ziffer 7. Beim Eintreffen des LOAD-Im-

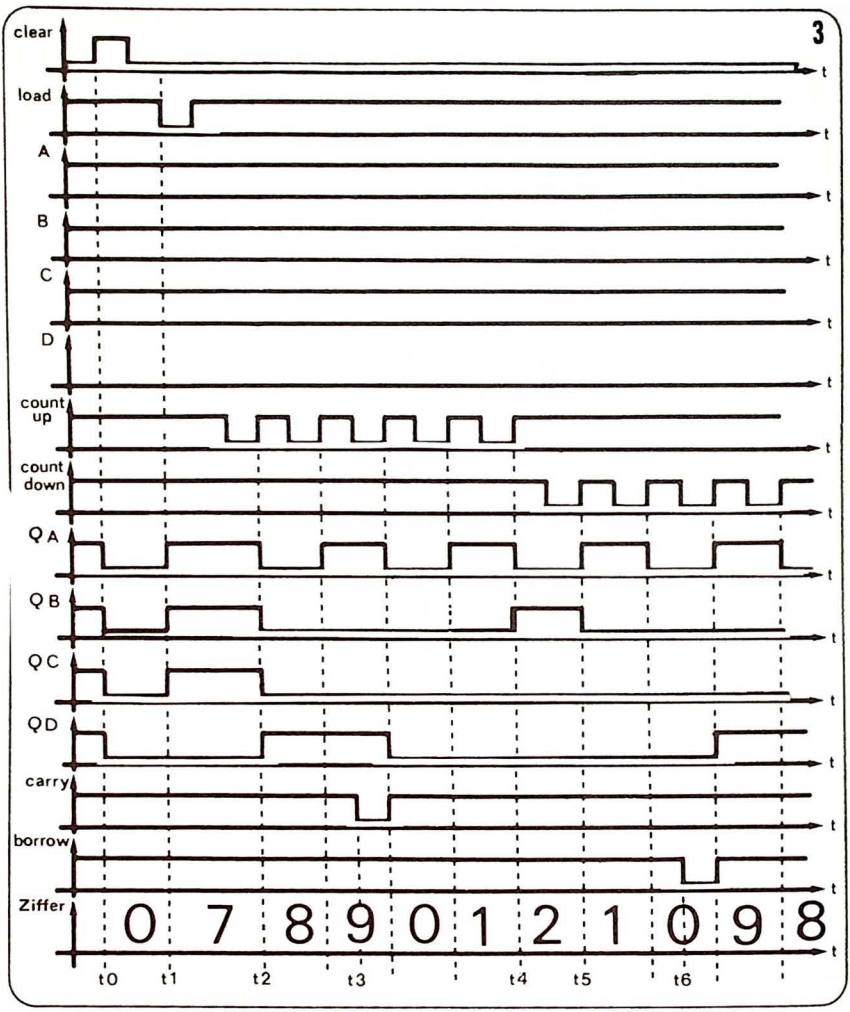


Bild 3. Das Impulsdiagramm des SN 74192 erfaßt mit grafischen Mitteln die logischen Funktionen der Schaltung. Alle Ein- und Ausgänge sind links vertikal aufgetragen, nur die Anschlüsse für die Speisespannung fehlen in dieser Darstellung. Von links nach rechts sind die Spannungen aufgetragen, die an den Eingängen anliegen bzw. an den Ausgängen auftreten.

pulses zum Zeitpunkt t1 nehmen auch die vier Q-Ausgänge diese Zustandskombination an.

Der nächste Eingang, dessen Einfluß auf den Zähler untersucht wird, ist der COUNT UP. Zum Zeitpunkt t2 wird dieser nämlich H, so daß die Ausgänge reagieren. Ausgang D geht von L nach H, alle anderen von H nach L. Achtung: Es ist natürlich nicht immer so, daß sich alle Ausgangszustände ändern; das passiert nur beim Übergang vom Zählerinhalt 7 zum Inhalt 8, wie Tabelle I zeigt. Der Zählerinhalt war 7 nach dem LOAD-Impuls, plus 1 Impuls am COUNT UP gibt 8! Es stimmt also alles in wunderbarster Weise.

Bei der nächsten positiven Impulsflanke am COUNT UP tut sich nur an einem der Ausgänge etwas: QA geht von L nach H. Das ist nichts besonderes, aber danach wird es wieder interessant.

Zum Zeitpunkt t3 wird der CARRY-Ausgang L. Wird er benutzt, dann in der Regel als Übertrag, er ist dann mit einem der COUNT-Eingänge eines weiteren 192 verbunden. Diese Eingänge reagieren immer, wie das Impulsdiagramm zeigt, auf die positiven Flanken der Zählimpulse, wenn also die Spannung von L nach H geht. Deshalb muß auch der CARRY-Ausgang eine positive Impulsflanke für den Übertrag liefern. Das kann er aber nur, wenn er vorher L war oder spätesten kurz vor dem Eintreffen des zehnten Zählimpulses, also kurz vor dem Übergang des Zählerinhaltes von 9 nach 0 nach L geht. Er tut letzteres, und zwar zum Zeitpunkt t3. Beim Übergang von 9 nach 0 gibt er dann mit dem Sprung von L nach H die positive Impulsflanke des Übertrags heraus. Am COUNT UP-Eingang treffen weitere Zählimpulse ein, und die Zustände an den Q-Ausgängen entwickeln sich so, wie es die Tabelle I vorsieht. Den Reset von 9 nach 0 macht der Zähler übrigens automatisch.

Zum Zeitpunkt t4 erhält der COUNT UP den letzten Zählimpuls, er bringt den Zählerinhalt auf 2.

Der folgende Teil des Impulsdiagramms beschreibt die Vorgänge beim Rückwärtszählen. Zum Zeitpunkt t5 erscheint der erste Zählimpuls am COUNT DOWN, genauer gesagt: die erste positive Impulsflanke. Der Zähler reagiert, es entsteht an den Q-Ausgängen die Zustandskombination

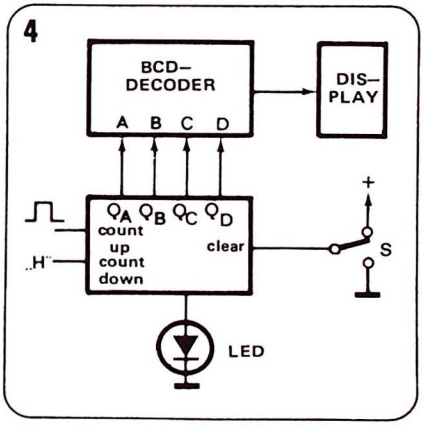
D = L, C = L, B = L, A = H

Dies ist im BCD-Code die Ziffer 1, und so muß es sein: 2 – 1 = 1. Das Rückwärtszählen funktioniert also.

Die zweite positive Impulsflanke am COUNT DOWN bringt den Zählerinhalt auf 0. Anschließend geht der BORROW-Ausgang, bis dahin H, nach L: Er bereitet sich darauf vor, beim nächsten DOWN-Zählimpuls einen positiven Übertrag-Impuls abgeben zu können. Er gibt ihn also ab, sobald der Zählerinhalt um 1 vermindert wird: beim Übergang von 0 nach 9. Die logischen Zustände an den Q-Ausgängen entsprechen immer dem jeweiligen Zählerinhalt, wie ein Vergleich von Impulsdiagramm und Tabelle I zeigt.

Damit ist das Diagramm Bild 3 vollständig besprochen, die Experimente können beginnen.

Bild 4. Die Schaltung des ersten Experimentes: der 74192 als ordinärer Zähler bis zehn.

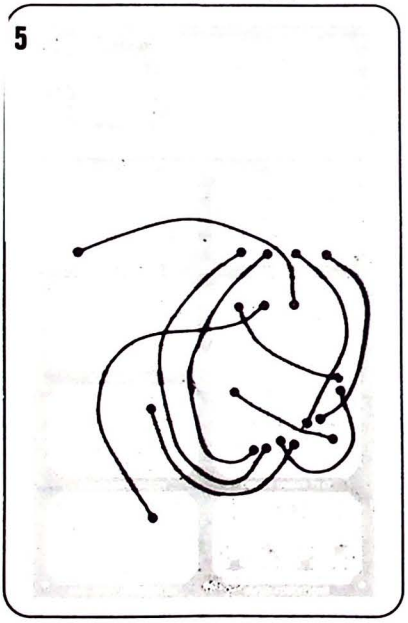


EXPERIMENT 13
ZÄHLER BIS ZEHN

Wenn nacheinander die Möglichkeiten des Vor- und des Rückwärtszählen ausprobiert werden, so bleibt am Anfang vom IC nicht mehr übrig als ein einfacher Zähler bis 10, wozu man auch den Typ SN 7490 nehmen könnte.

Allerdings bleiben zunächst einige der IC-Anschlüsse unbenutzt. Andere Pins müssen für die Dauer des Experimentes fest auf L oder H gelegt werden. Beim Vorwärtszählen wird der COUNT UP benutzt, der COUNT DOWN aber muß, damit die Sache funktioniert, auf H liegen. Dies zeigt Bild 4. Außerdem muß der CLEAR-Eingang, solange er nicht benutzt wird, auf L liegen; erst dann, wenn tatsächlich „gecleart" wird, gibt man ein H auf diesen Eingang.

Bild 5. Verdrahtungsplan für Experiment 13.



Die Schaltung nach Bild 4 wird auf dem TTL-Trainer wie folgt gesteckt:

2 – S; 3 – R; 4 – +5 V; 5 – F; 6 – T;
7 – U; 8 – ⊥; 12 – N; 14 – G; 16 – +5 V

Bild 5 zeigt den Verdrahtungsplan für dieses Experiment.

Wird die Bordspannung des Trainers eingeschaltet, so erscheinen nach Betätigung des Tasters S6 nacheinander die Ziffern von 0 bis 9. Wenn man keinen weiteren Einfluß auf die Schaltung nimmt, dann setzt sich der Zählvorgang bis in alle Ewigkeit fort. Bei der Beobachtung des Output Indicator fällt auf, daß die LED D10 immer dann kurz verlöscht, wenn die 9 angezeigt wird. Ein Vergleich mit dem Impulsdiagramm zeigt, daß es sich um den Vorgang am CARRY-Ausgang handeln muß. Dieser geht nämlich immer bei der 9 kurz nach L. Ist der Zählvorgang etwas zu schnell, so daß der CARRY-Impuls nicht deutlich wahrzunehmen ist, so kann man den Zähler auch manuell mit Impulsen versehen. Dazu ist der COUNT UP mit dem Ausgang G des One Shot Generators zu verbinden. An G lag bisher der CLEAR-Eingang, er zieht nach A um. In welche Stellung man den Schalter, zu dem der Pin A gehört, bringen muß, damit der Zähler arbeitet, kann man im Prinzip durch „kombinieren" feststellen, notfalls zeigt es das Experiment selbst. Mit dem Taster des One Shot Generators fährt man nun die Ziffernreihe mit beliebiger Geschwindigkeit durch. Nach Erscheinen der Ziffer 9 verlöscht die LED D10, der CARRY-Ausgang bereitet sich darauf vor, beim nächsten Zählimpuls, beim Übergang von 9 nach 0, einen Sprung von L nach H machen zu können. da ja als Zählimpulse einer eventuell nachgeschalteten Zähldekade eine positive Impulsflanke erforderlich ist. Die COUNT-Eingänge von 192 und 193 heißen „positiv flankengetriggert".

Wird die ursprüngliche Verdrahtung wiederhergestellt, so kann der Zähler zu jedem beliebigen Zeitpunkt auf Null gesetzt werden. Das ist logisch, denn S6 bedient den CLEAR-Eingang des Zählers.

EXPERIMENT 14
DER RÜCKWÄRTSZÄHLER

Interessanter als der oben beschriebene, gewöhnliche Zähler ist ein Rückwärtszähler. Schwierig ist die Sache aber keineswegs. Gelangten die Zählimpulse bisher auf den Eingang COUNT UP, so kommen sie jetzt eben auf den COUNT DOWN. Der kurze Impuls, der für eine nachgeschaltete Zählstufe vorgesehen ist, tritt jetzt nicht am CARRY-, sondern am BORROW-Ausgang auf, und zwar dann, wenn der niedrigste Zählerstand, der Zählerinhalt 0 erreicht wird. Zum Aufbau der in Bild 6 gezeigten Schaltung sind daher nur wenige Verbindungen in der Trainer-Verdrahtung zu ändern.
Die vorhandene Verdrahtung kann demnach benutzt werden, es sind nur folgende Verbindungen zu ändern:

$$4 - F; 5 - +5\ V; N - 13$$

Der TTL-Trainer kann nun eingeschaltet werden, anschließend betätigt man S6.
Wenn alles stimmt, erscheinen jetzt hintereinander die Ziffern 9, 8, 7 usw. auf dem Display. Bei der Beobachtung der LED D10 ist festzustellen, daß diese Anzeige beim Erreichen der 0 kurz verlöscht. Der BORROW-Ausgang wird beim Zählerinhalt 0 vorübergehend L.
Auch bei diesem Experiment gilt, daß jede Betätigung von S6 den Zähler in seine Startposition zurücksetzt, der CLEAR-Eingang funktioniert demnach unabhängig von der gewählten Zählrichtung.

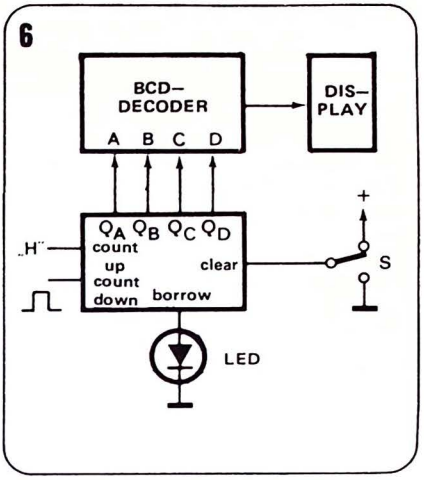


Bild 6. Die Schaltung für Experiment 14. Die Rollen der beiden COUNT-Eingänge sind nun vertauscht: COUNT UP liegt fest auf H, COUNT DOWN wird mit den Zählimpulsen aus dem Impulsgenerator gesteuert. Das IC arbeitet somit als Rückwärtszähler.

EXPERIMENT 15
DIE DATA – EINGÄNGE UND DIE LOAD – FUNKTION

Als Abschluß der Experimente mit dem IC SN 74192 wird das „Vorprogrammieren" eines bestimmten Zählerinhaltes probiert. Die Verbindungen aus dem letzten Experiment bleiben unverändert, es sind folgende Erweiterungen vorzunehmen:

$$A - 15; B - 1; C - 10; D - 9;$$
$$14 - \perp\ ; H - 11$$

Die Schalter im Feld Input Conditions werden beispielsweise in die Stellungen
L – H – H – L gebracht, dies ist der BCD-Code für die Ziffer 6.

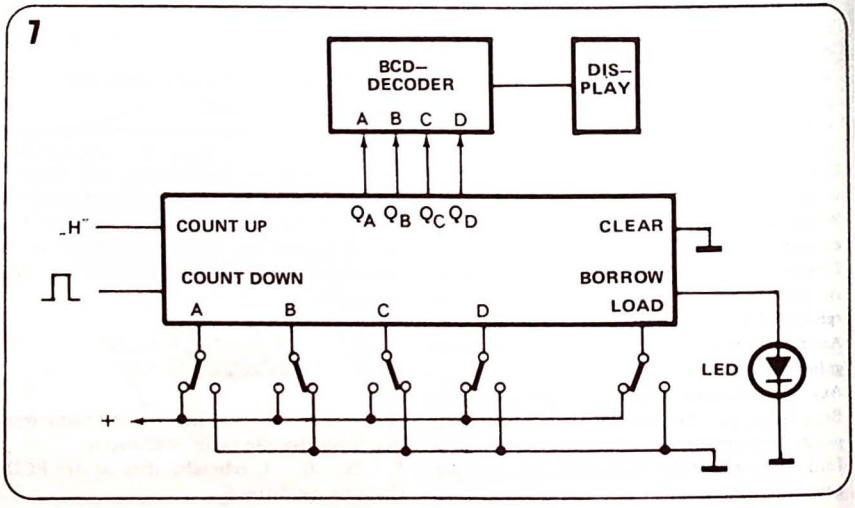
Beim Einschalten des TTL-Trainers fällt zunächst nichts besonderes auf. Betätigt man aber den Taster S6, dann erscheint auf dem Display die 6, und der Vorgang des Rückwärtszählens beginnt bei dieser Zahl. Beim Betätigen des Tasters wird die LOAD-Funktion ausgelöst, der Zähler übernimmt die an den DATA-Eingängen stehende BCD-Information in seinen Speicher.

Durch Ändern der Stellungen der vier Schalter im Feld Input Conditions können die DATA-Eingänge auf alle Ziffern vorprogrammiert werden. Probieren Sie es es selbst aus und vergleichen Sie mit Tabelle I.

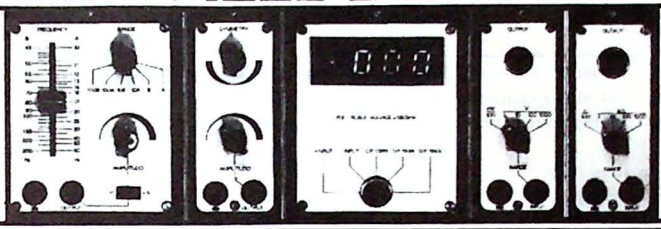
EXPERIMENT 16
AUTO – LOAD

Der LOAD-Eingang kann automatisiert werden, dazu trennt man die Verbindung zwischen Pin 11 des ICs und H auf und stellt eine neue Verbindung zwischen den Anschlüssen 11 und 13 des ICs her. Das Resultat: Sobald der Zählerinhalt für die Ziffer 0 erreicht ist, gibt der BORROW-Ausgang einen Impuls auf den LOAD-Eingang; die Anzeige springt unmittelbar auf die Ziffer 6, wenn die Schalterkombination des vorigen Experimentes eingestellt ist. Aus dem Zähler bis 10 ist plötzlich ein (Rückwärts-)Zähler bis 6 geworden. Mit diesem Experiment wird deutlich, daß es für das IC 74192 und seinen Mitstreiter 74193 zahlreiche interessante und wichtige Anwendungen gibt.

Bild 7. Das Experiment 15 untersucht diese Schaltungsart des SN 74192. Mit vier Schaltern im Feld Input Conditions können die DATA-Eingänge auf den BCD-Code einer beliebigen Ziffer zwischen 0 und 10 eingestellt werden. Erhält der LOAD-Eingang nun einen Befehlsimpuls, so übernimmt der Speicher unmittelbar den betreffenden Code, der auch an den Q-Ausgängen erscheint. Die weiteren Aktivitäten des Zählers starten bei der eingelesenen Zahl.



MESSMODULE

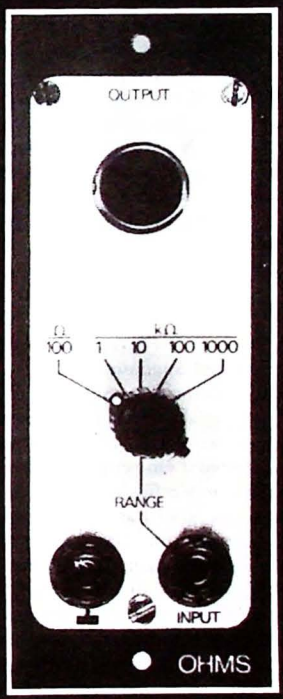


OHMS

Das Meßmodul „Ohms“ ist der zweite Vorsatz für das in Heft 5/78 beschriebene Digitalmeter. Es dient, wie der Name sagt, zur Messung von Widerständen. In den Abmessungen und in der Anordnung der Bedienungselemente ist der „Ohms“ – Vorsatz identisch zu dem Vorsatz „DC – Volts“ (ebenfalls in Heft 5/78).

Die Schaltung hat fünf Meßbereiche: 199,9 Ohm, 1,999 Kilo-Ohm, 19,99 Kilo-Ohm, 199,9 Kilo-Ohm und 1,999 Mega-Ohm. Im unteren Meßbereich für die kleinsten Werte lassen sich demnach Widerstände mit wenigen Ohm noch gut messen, und am anderen Ende, bei den hohen Widerstandswerten, dürfte es nur in Extremfällen mal nicht ganz reichen. Wie bereits der Vorsatz „DC – Volts“, so wird auch der „Ohms“ – Vorsatz über dasselbe fünfadrige Kabel mit DIN-Stecker mit der Muttereinheit DM verbunden, das den Meßwert überträgt und für die richtige Steuerung des Dezimalpunktes sorgt.

Die Ohmmessung funktioniert nach folgendem Prinzip: Aus einer Konstantstromquelle fließt ein Strom durch den zu messenden Widerstand. Der Strom kann auf 10, 1, 0,1, 0,01 und 0,001 Milli-Ampere eingestellt werden, dies geschieht mit der Meßbereichs-Umschaltung. Am Meßobjekt erzeugt der Strom eine Spannung, die ein Maß für den Widerstandswert ist. Nach geringfügiger Bearbeitung gelangt diese Spannung zu der zentralen Meßeinheit.



DAS PRINZIP DER WIDERSTANDMESSUNG

Das Prinzip, auf dem die Widerstandsmessung der Ohms-Einheit beruht, ist ziemlich einfach; auch andere digitale Ohmmeter benutzen es.

Bekanntlich entsteht über den Anschlüssen eines Widerstandes eine Spannung, wenn ein Strom durch dieses Element fließt. Welchen Betrag diese Spannung hat, hängt nicht nur von der Stromstärke, sondern auch vom Widerstandswert ab.

Der alte Herr Ohm hat diese Erscheinung genauer untersucht und festgestellt, daß zwischen den Größen ein bestimmter, meßbarer Zusammenhang besteht. Verdoppelt man z.B. die Stromstärke, so erhöht sich auch die Spannung auf den doppelten Wert. Und weiter: Verdoppelt man den Widerstandswert, während der Strom konstant bleibt, so erhöht sich die Spannung auch diesmal auf den doppelten Wert. Das berühmte Ohmsche Gesetz, das den Zusammenhang zwischen dem Strom I, der durch den Widerstand fließt, dem Widerstand R und der Spannung U über den Widerstandsanschlüssen beschreibt, lautet:

$$U = I \times R$$

In Worten: Die Spannung ist das Produkt aus Strom und Spannung.

Dank dieser Eigenschaft kann man Widerstände relativ einfach digital messen, wenn, wie es bei der P.E.-Meßmodul-Serie der Fall ist, bereits ein empfindliches Digitalmeter (DM) zur Verfügung steht. Bei digitaler Messung ist die Basis-Größenart immer eine Gleichspannung. Das DM aus Heft 5/78 kann Gleichspannungen in einem Bereich von +199,9 Milli-Volt bis −199,9 Milli-Volt messen. Geht es um andere Größenarten, wie Widerstände, Ströme, Frequenzen, Kapazitäten usw., dann ist die jeweilige Meßgröße zunächst in eine proportionale Gleichspannung umzuwandeln.

Ein Beispiel:

Will man einen Widerstand von 125 Ohm mit dem DM messen, so ist der Widerstand in eine Spannung von 125 Milli-Volt umzuwandeln. Diese Spannung legt man an die Meßklemmen der Einheit DM, die auf dem Display die Zahlenfolge „0125" anzeigt.

Aufgrund des mathematischen Zusammenhangs zwischen Strom, Widerstand und Spannung ist die Umsetzung Widerstand/Spannung ziemlich einfach. Um bei dem Beispiel zu bleiben: Ein Widerstand 125 Ohm soll in eine Spannung von 125 Milli-Volt umgewandelt werden. Das Ohmsche Gesetz ist ebenfalls wandelbar, denn aus der Normalform

$$U = I \times R$$

folgt durch Umstellung

$$I = \frac{U}{R}$$

Damit nun läßt sich der Strom berechnen, der durch den Widerstand fließen muß:

0,125 Volt geteilt durch 125 Ohm gleich 0,001 Ampere bzw. 1 Milli-Ampere.

Kurz: Sorgt man dafür, daß durch den Wistand ein Strom fließt, der 1 Milli-Ampere, 10 Milli-Ampere, 100 Milli-Ampere oder 0,1 Milli-Ampere, 0,01 Milli-Ampere usw. beträgt, so erhält man als Spannung immer einen Wert mit der Zahlenfolge 1 - 2 - 5 - ..., eine mit dem Widerstandswert übereinstimmende Zahlenfolge also.

Die Meßbereichsumschaltung ist so ausgelegt, daß die Anzeigekapazität des Displays im DM immer voll genutzt wird; der gleichzeitig mit umgeschaltete Dezimalpunkt gibt den Stellenwert der angezeigten Zahlenfolge an.

BLOCKBILD

Bild 1 zeigt als Kern der Modulschaltung

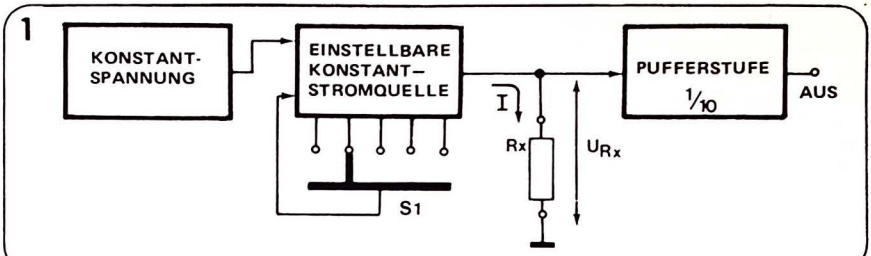


Bild 1. Die blockschematische Darstellung des Meßvorsatzes „OHMs" für die Widerstandsmessung. Aus einer Konstantspannung wird ein Konstantstrom erzeugt, dessen Betrag in fünf Bereichen umschaltbar ist. Der Konstantstrom fließt durch den unbekannten Widerstand Rx. Der Spannungsabfall an diesem Bauelement ist nach dem Ohmschen Gesetz ein Maß für den Widerstandswert. Die nachfolgende Pufferstufe hat eine sehr hohe Eingangsimpedanz und enthält einen Spannungsteiler, der die Meßspannung an die Zentraleinheit DM anpaßt.

„Ohms" eine einstellbare Stromquelle; nach den einleitenden Erläuterungen ist klar, daß der Strom einstellbar sein und möglichst konstant sein muß.

Ein Konstantstrom entsteht natürlich nicht von alleine. Deshalb ist der Stromquelle eine Konstantspannungsquelle vorgeschaltet. Da der Strom in fünf Bereichen umschaltbar ist, können Widerstandswerte zwischen einigen Ohm und 2 Mega-Ohm gemessen werden.

Die Spannung, die über dem zu messenden Widerstand entsteht, gelangt über eine Pufferstufe zum Ausgang der Schaltung. Diese Stufe hat einen hohen Eingangswiderstand, so daß auch beim Messen der hochohmigen Widerstände der Meßwert nicht durch eine von der nachfolgenden Schaltung gebildete Last verfälscht wird.

Die Pufferstufe teilt übrigens die Spannung über dem unbekannten Widerstand Rx durch den Faktor 10. Das hat nichts mit dem Prinzip der Sache zu tun, sondern damit, daß die zentrale Meßeinheit eine hohe Empfindlichkeit hat.

Es wäre natürlich das einfachste, den Spannungsfall durch geeignete Bemessung des Betrages für den Konstantstrom auf maximal 199,9 Milli-Volt zu begrenzen. Dann ergibt sich für den höchsten Widerstands-Meßbereich ein sehr niedriger Strom. Es ist nicht leicht, mit gewöhnlichen elektronischen Mitteln konstante Ströme im Bereich 0,1 Mikro-Ampere zu erzeugen. Deshalb wurde ein anderer Weg beschritten: Der Strom wird höher gewählt, so daß der Spannungsabfall über Rx in allen Meßbereichen maximal 1,999 V beträgt. Dieser Wert ist um den Faktor 10 zu hoch, aber die Pufferstufe setzt ihn wieder um den Faktor 10 herab, so daß auf die Einheit DM eine Spannung gelangt, die sie verarbeiten kann.

DAS PRINZIP DER KONSTANTSTROMQUELLE

Bild 2 zeigt, wie eine Konstantstromquelle aufgebaut ist bzw. werden kann. Die wesentlichen Bestandteile sind ein als Differenzverstärker geschalteter OpAmp und ein Transistor als Emitterfolger-Stufe.

Zunächst einige Vorbemerkungen zum Operationsverstärker IC1. Dieser stellt seine Ausgangsspannung so ein, daß die Differenzspannung zwischen seinen beiden Eingängen sehr niedrig, praktisch Null Volt ist. Stellt man

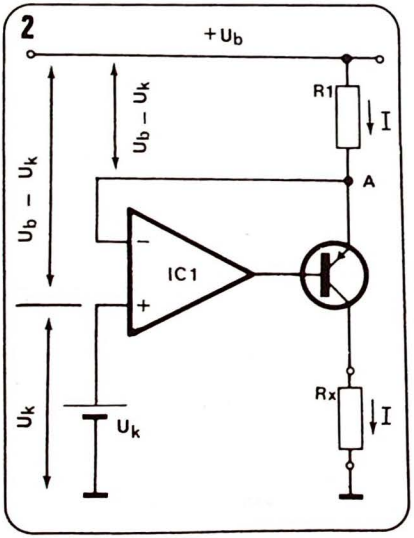
demnach den positiven, nichtinvertierenden Eingang auf eine feste Spannung, z.B. 5 Volt ein, dann sorgt der OpAmp dafür, daß auch die Spannung am negativen, invertierenden Eingang 5 Volt wird. Dank dieser Eigenschaft läßt sich mit dem OpAmp eine Stromquelle aufbauen.

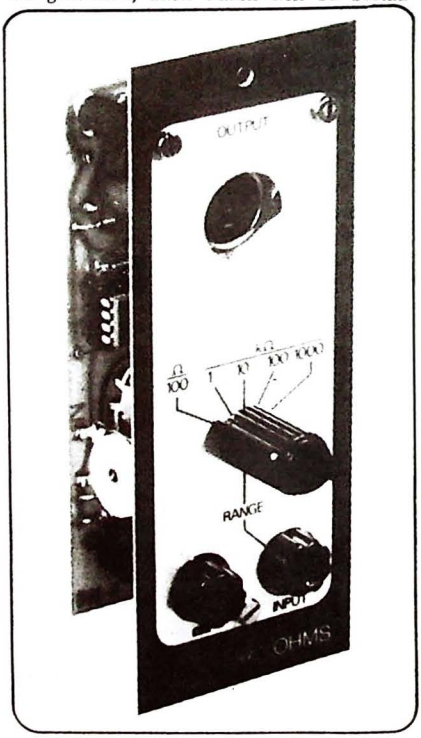
Der positive Eingang ist mit der Spannungsquelle auf die konstante Spannung Uk eingestellt. Der negative Eingang liegt an einem Widerstand R1, durch den der Konstantstrom I fließt. Der Strom fließt vom Pluspol der Speisespannung durch R1, die Emitter/Kollektor-Strecke von T1 und den unbekannten, zu messenden Widerstand Rx.

Der OpAmp sorgt nun dafür, daß sich auch am invertierenden Eingang die Spannung Uk einstellt. Tut er das, dann hat das Potential am unteren Ende des Widerstandes auch den Wert Uk, so daß am Widerstand R1 die Differenzspannung zwischen +Ub und Uk liegt.

Geht man davon aus, daß nicht nur Uk, sondern auch die Speisespannung +Ub konstant ist, so ist es auch die Differenzspannung +Ub – Uk, die über R1 steht. Eine konstante Spannung über einem Widerstand bedeutet aber nach dem Ohmschen Gesetz, daß auch der Strom, den die Spannung durch diesen Widerstand treibt, konstant ist. I ist demnach ein Konstantstrom, der tatsächlich, wie gefordert, auch durch den zu bestim-

Bild 2. Das Prinzip der Konstantstromquelle. Der OpAmp erzeugt an Punkt A eine Spannung, die den gleichen Betrag wie die Refe-renzspannung Uk hat. Der Konstantstrom I hängt vom Betrag Uk und vom Widerstandswert R1 ab, nicht jedoch vom Wert von Rx.





menden Widerstand Rx fließt. Der Spannungsfall, der an Rx entsteht, ist ein Maß für den Widerstandswert; der Strom stört sich nämlich (innerhalb bestimmter Grenzen) nicht daran, wie groß Rx ist, I ist ein „echter" Konstantstrom.
Was passiert nun, wenn sich der Konstantstrom aus irgendeinem Grunde ändern, z.B. steigen will?
Bei ansteigendem Strom I nimmt die Spannung über R1 ebenfalls zu, so daß - nimmt man Ub als konstant an - die Spannung am negativen Eingang des OpAmps abnimmt. Dies führt zu einem Anstieg der Ausgangsspannung des OpAmps. Die Basis des Transistors wird positiver, womit die Differenzspannung zwischen Basis und Emitter abnimmt. Die Leitfähigkeit des Transistors verringert sich, der Kollektorstrom (= Emitterstrom) nimmt ab.
Der Kollektorstrom ist aber nichts anderes als der bewußte Konstantstrom I. Die Betrachtung hatte mit der Annahme begonnen, daß der Konstantstrom aus irgend einem Grund zunehmen wolle. Dem Anstieg wirkt die geringere Leitfähigkeit des Transistors entgegen; der Strom kann gar nicht ansteigen, weil die Schaltung ein Regelsystem ist, das auf Stromänderungen mit Gegenmaßnahmen antwortet, unabhängig davon, ob der Strom zu- oder abnimmt.

DIE PUFFERSTUFE

Die Pufferstufe in Bild 3 spielt eine Doppel-Rolle. Einmal sorgt sie dafür, daß die Spannung, die der Konstantstrom über dem zu messenden Widerstand erzeugt, an die Eingangsempfindlichkeit der Zentraleinheit DM angepaßt wird. Wie bereits erwähnt, könnte der Konstantstrom in seinem Wert so gewählt werden, daß die erzeugte Meßspannung in den Meßbereich paßt, der sich von +199,9 Milli-Volt bis −1,999 Milli-Volt erstreckt. Eine solche Auslegung des Ohms-Moduls hätte für bestimmte Messungen an

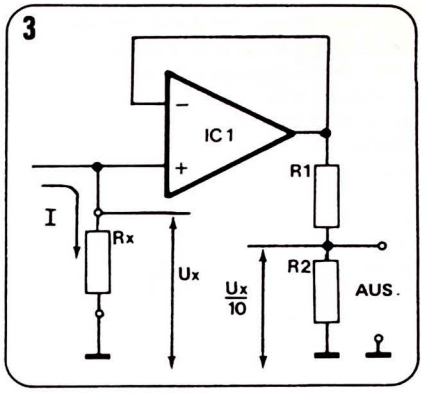


Bild 3. Das Prinzip der Pufferstufe. Die Eingangsimpedanz ist sehr hoch, so daß der Konstantstrom praktisch nur durch Rx fließt.

Halbleitern sogar Vorteile. Der Nachteil, der sich dann aber zeigt: Beim Messen von hochohmigen Widerständen beträgt der Konstantstrom 0,1 Mikro-Ampere, ein Wert, der sich mit den Wald- und Wiesenbauteilen, auf die man in der Hobby-Elektronik angewiesen ist, nicht vernünftig realisieren läßt.
Setzt man den Konstantstrom für den höchsten Meßbereich um den Faktor 10 höher an, so ergibt sich eine Meßspannung von 1,999 Volt. Die Nachteile sind logisch: Es gibt nun spezielle Widerstandsmessungen, die nicht durchgeführt werden können, und die Meßspannung muß mit einem Spannungsteiler auf den zehnten Teil herabgesetzt werden, damit sie zur Eingangsempfindlichkeit des DM paßt.
Der Spannungsteiler ist es nun, der die Pufferstufe zur zweiten Rolle zwingt. Er liegt parallel zum unbekannten Widerstand Rx. Damit fließt ein Teil des Konstantstroms durch den Spannungsteiler. Das wäre weiter nicht schlimm, wenn man vorher wüßte, wieviel Strom an Rx vorbeifließt; man könnte dann nämlich den Konstantstrom entsprechend höher ansetzen. Leider geht das nicht,

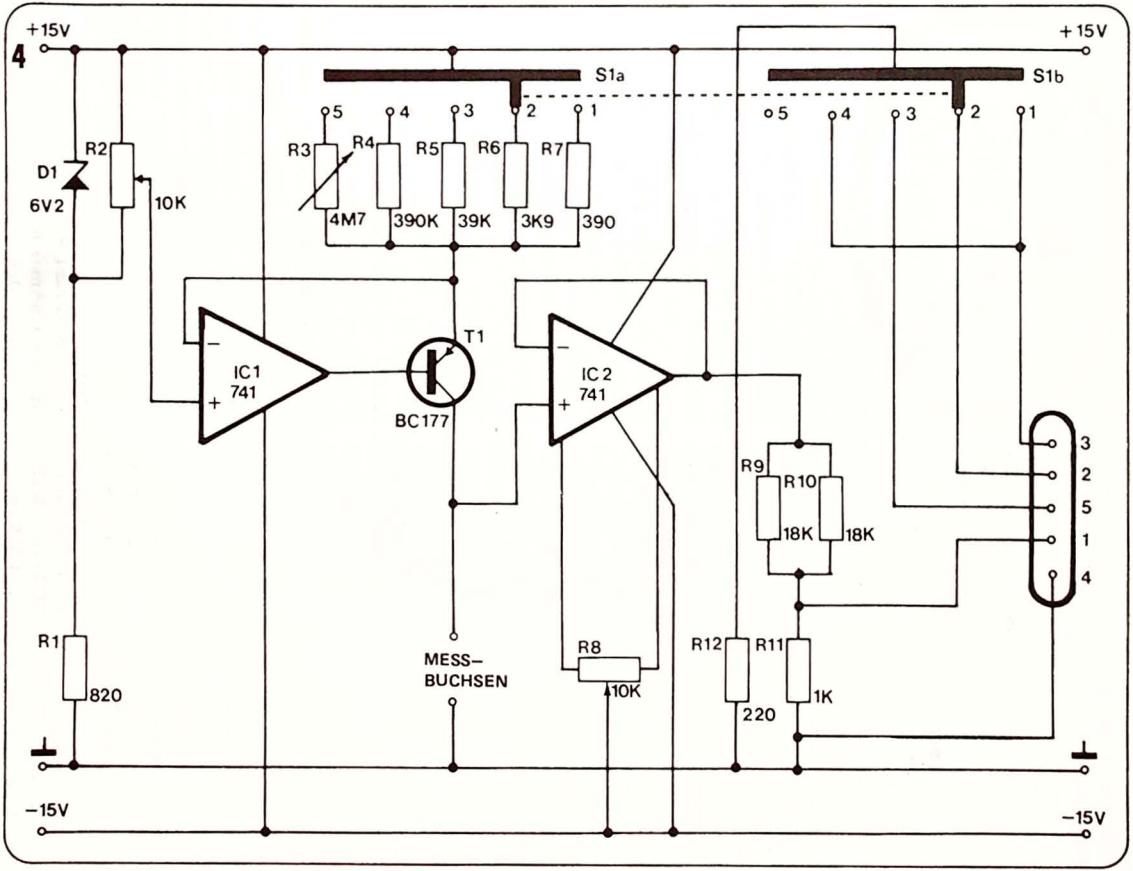
denn der Strom, der durch den Spannungsteiler fließt, hängt vom Verhältnis zwischen dem Spannungsteilerwiderstand und dem jeweiligen Widerstand von Rx ab, der sich ja bei jeder Messung ändert.
Deshalb muß zwischen Rx und dem Spannungsteiler eine Impedanzwandlerstufe liegen, die „primär" eine sehr hohe Impedanz hat, die als Parallelwiderstand zu Rx auch dann praktisch nicht in Erscheinung tritt, wenn Rx im Mega-Ohm-Bereich liegt. „Sekundär" muß die Pufferstufe (an ihrem Ausgang also) eine niedrige Impedanz heben, damit der folgende Spannungsteiler aus einer niederohmigen Quelle gespeist wird.
Bild 3 zeigt die Prinzipschaltung der Pufferstufe. Auch hier kommt ein OpAmp zum Einsatz. Die direkte Gegenkopplung vom Ausgang zurück auf den invertierenden Eingang gibt der Schaltung die gewünschten Eigenschaften.
Wichtig ist zunächst, daß die Stufe eine Spannungsverstärkung von exakt 1 zwischen dem Eingang und dem Ausgang des OpAmps aufweist, sie hat damit einen genau definierten Verstärkungsfaktor. Wie kommt er zustande?
Der OpAmp sorgt auch hier wieder dafür, daß die Differenzspannung zwischen seinen beiden Eingängen Null ist. Hat die Meßspannung an seinem positiven Eingang z.B. den Betrag 1 Volt, dann „pegelt" er sich so ein, daß die Spannung am negativen Eingang ebenfalls 1 Volt beträgt. Da dieser Eingang mit dem Ausgang verbunden ist, steht am Ausgang natürlich auch dieselbe Spannung.
Die zweite wichtige Eigenschaft ist die hohe Eingangsimpedanz. Wie sie zustande kommt, läßt sich nur mit recht anspruchsvollen mathematischen Mitteln zeigen. Da außerdem die interne Struktur des OpAmps eine Rolle spielt, kann der Nachweis der hohen Eingangsimpedanz hier nicht geführt werden.
Nur soviel: Die Eingangsimpedanz der *Schaltung* ist das Produkt aus dem Eingangswiderstand des *OpAmps* und der Leerlaufverstärkung (OpAmp ohne Gegenkopplung). Rechnet man mit den Minimalwerten, die der Hersteller für den Typ 741 angibt, so erhält man

$$R_{ein} = 0{,}3 \text{ Mega-Ohm} \times 50\,000$$
$$\approx 15\,000 \text{ Mega-Ohm!}$$

Mit dieser einfachen Schaltung lassen sich demnach sehr hohe Eingangsimpedanzen erzielen. Der Wert von min. 15 Giga-Ohm kann bedenkenlos dem maximalen Meßwiderstand 1,999 Mega-Ohm parallelgeschaltet werden.
Die niedrige Ausgangsimdedanz ist ebenfalls in Zusammenhang mit dem Leerlauf-Verstärkungsfaktor des OpAmps zu sehen.
Der Spannungsteiler ist so dimensioniert, daß an seinem Abgriff 1/10 der über dem Widerstand Rx erzeugten Meßspannung steht.

GESAMTSCHALTBILD „OHMs"

Bild 4 zeigt die Gesamtschaltung des Widerstands-Meßvorsatzes. Die Konstantspannung, von deren Stabilität die Qualität der Stromquelle entscheidend abhängt, entsteht über der Zenerdiode D1. Dies mag auf den ersten Blick als eine wenig zuverlässige Methode erscheinen, weil Zenerdioden für ihren unerwünschten Temperaturgang bekannt sind; die Zenerspannung „läuft" mit der Temperatur. Diese Erscheinung tritt hier praktisch nicht auf, weil eine Z-Diode von 6,2 Volt benutzt wird. Bei diesem Z-Wert ist der Temperaturkoeffizient der üblichen Zenerdioden praktisch Null.
Z-Dioden haben eine Kennlinie, die eine Abhängigkeit der Spannung vom Strom durch die Diode zeigen. Dieser Strom könnte sich ändern, wenn die Speisespannung nicht stabil ist. Die Speisespannung für das Modul ist jedoch ausreichend stabil.
Über der Zenerdiode und damit am Abgriff des parallel liegenden Trimmers R2, der mit der Zenerspannung gespeist wird, steht dem-


4
+15V
+15V
S1a
S1b
5 4 3 2 1
5 4 3 2 1
R2
D1
6V2
10K
R3
R4
R5
R6
R7
4M7
390K
39K
3K9
390
IC1
741
T1
BC177
IC2
741
R9
R10
18K
18K
3
2
5
1
4
R1
820
MESS–
BUCHSEN
R8
10K
R12
220
R11
1K
–15V
–15V

nach eine konstante Spannung. Diese wird, das zeigte bereits das Teilschaltbild, auf den positiven Eingang des OpAmps IC1 gegeben. Der invertierende Eingang des OpAmps IC1 liegt am strombestimmenden Widerstand. Da die Messung des unbekannten Widerstandes Rx in fünf Bereichen erfolgen soll, müssen fünf verschiedene Widerstände vorgesehen werden. Deshalb der Umschalter S1a, mit dem jeweils einer der Widerstände in den Stromkreis geschaltet wird. Die Widerstandswerte stehen im Verhältnis 10:1.

Nur der Widerstand für den Meßbereich bis 1,9 Mega-Ohm ist kein 1%-Präzisions-Typ. Damit hat es folgende Bewandnis: In diesem Meßbereich beträgt der Meß- (Konstant-) Strom 1 Mikro-Ampere; dies ist ein so geringer Wert, daß Unvollkommenheiten der Bauelemente (Leckströme) sich bemerkbar machen. Der Konstantstrom muß deshalb in diesem Bereich einstellbar sein auf den geforderten Betrag von 1 Mikro-Ampere.

Die übrigen Widerstände R4 bis R7 sind 1%-Präzisionswiderstände, von ihrer Genauigkeit hängt nämlich unmittelbar der tatsächliche Betrag des Konstantstroms im jeweiligen Bereich ab.

Mit Trimmer R2 wird der Konstantstrom in einem der fünf Bereiche eingestellt. Von der Einstellung des Trimmers ist ja die Spannung am positiven OpAmp-Eingang und damit auch die Spannung über dem strombestimmenden Widerstand abhängig. Da die Kalibrierung des Moduls sehr genau sein muß, eignet sich ein paar-Groschen-Kohlentrimmer nicht, es ist ein Cermet-Trimmpoti mit 10, möglichst aber 20 oder 25 Umdrehungen erforderlich.

Im Rest der Schaltung ist nicht viel mehr zu besprechen. Der zweite OpAmp IC2 ist die bereits besprochene Pufferstufe, die drei Widerstände am Ausgang bilden den Spannungsteiler. Um ihn mit gängigen Widerständen aufbauen zu können, werden zwei von je 18 Kilo-Ohm zu einem 9 Kilo-Ohm-Widerstand parallel geschaltet. An R9||R10 fällt

9/10 der Ausgangsspannung des zweiten OpAmps ab, an R11, dem Ausgang des Moduls, steht 1/10 der Spannung.

Man kann sich fragen, warum die Widerstände R9 bis R11 keine 1%-Typen sind; schließlich soll der Spannungsteiler doch die Meßspannung mit derselben Genauigkeit „bearbeiten", die auch im Meß-Stromkreis erforlich ist und eingehalten wird.

Wie sich später im Abschnitt „Eichen" zeigen wird, erfolgt keine Einstellung des Konstantstroms auf einen bestimmten, vorgegebenen Wert, vielmehr wird ein bekannter Widerstand als Rx eingesetzt und dann der Konstantstrom so eingestellt, daß das Modul eine für diesen Widerstand richtige Meßspannung abgibt. Bei diesem Kalibrierverfahren wird ein evtl. ungenaues Spannungsteilerverhältnis, das aufgrund der Verwendung von 5%-Widerständen im Spannungsteiler leicht entstehen kann, nicht nachteilig bemerkbar. Der Fehler wird „mit eingeeicht"; dabei hat dann zwar auch der Konstantstrom nicht den vorher berechneten Wert, aber beide Fehler heben sich nach der Kalibrierung gegenseitig auf. Wichtig ist hierbei allerdings, daß das Verhältnis der fünf umschaltbaren, strombestimmenden Widerstände stimmt. Dies ist dank der Verwendung von 1%-Typen mit ausreichender Genauigkeit gewährleistet. Trimmer R8 wurde überhaupt noch nicht erwähnt, er kommt wie ein Blitz aus heiterem Himmel. OpAmps haben eine unangenehme Eigenschaft: den sogenannten Offset. Dies

ist eine Spannung, die am Ausgang auftritt, ohne daß man auf den Eingang eine Spannung gibt. Je geringer im Betrieb die (Nutz-) Eingangsspannung des OpAmps ist, um so störender macht sich die Offsetspannung bemerkbar.
Die Hersteller des OpAmps 741 haben glücklicherweise eine Möglichkeit zur einfachen Kompensation der Offsetspannung vorgesehen; Zwischen zwei bestimmte Anschlüsse des ICs wird ein Trimmer geschaltet, dessen Abgriff an der negativen Speisespannung liegt.
Schalter S1b dient zur Umschaltung des Dezimalpunktes, die Funktionsweise stimmt völlig mit dem Spannungsteiler-Vorsatz „DC-Volts", Heft 5/78 überein.

BAUHINWEISE

Wer den Vorsatz „DC-Volts" gebaut hat, wird bei den Ohms keine Schwierigkeiten entdecken, jedenfalls keine neuen. Der Print hat übrigens vier Drahtbrücken.
Die beiden „normalen" Trimmer sind stehend zu montieren. Für R2 sind soviel Bohrungen vorgesehen, daß alle Typen passen. Da die 1%-Metallfilmwiderstände meist einen abweichenden Farbcode haben, ist in der Tabelle dieser Code angegeben.

Tabelle. Der Farbcode für die 1%-Präzisionswiderstände weicht etwas vom üblichen Widerstandscode ab, deshalb gibt die Tabelle die Farbfolgen der Kodierungsringe an.

EICHEN

Die Schaltung „Ohms" hat drei Trimmer, für P.E.-Schaltungen also eine ganze Menge. Zum Abgleich verbindet man zunächst die drei Speisespannungsanschlüsse des Vorsatzes mit dem Mutter-Modul DM. Die Spannungen müssen, dies ist nach der Lektüre dieses Artikels klar, stabilisiert sein. Alle weiteren Verbindungen zwischen „Ohms" und „DM" kommen über das 5adrige Spezialkabel zustande, dessen Anfertigung in Heft 5 beschrieben wurde.
Beim Einschalten der Speisespannung wird der Meßbereich der zentralen Einheit überschritten. Das ist logisch, und jedes digitale Ohmmeter mit Konstantstromquelle zeigt diese Erscheinung: Wenn der Meßeingang (die beiden Meßbuchsen) der Ohms-Einheit offen ist (kein Widerstand Rx angeschlossen), dann wird als „Rx" der sehr hohe Eingangs-Widerstand der Pufferstufe wirksam. Der Konstantstrom erzeugt an diesem Widerstand eine Spannung, die in der Gegend der Modul-Speisespannung liegt, also weit über dem Wert, den das DM-Modul maximal anzeigen kann. Diese unangenehme Erscheinung ist typisch für diese Art Widerstandsmesser, aber eben unvermeidlich.
Etwa fünf Minuten nach dem Einschalten kann man mit dem Eichen und Abgleichen beginnen. Der Meßbereichs-Umschalter kommt in Stellung 1,999 Kilo-Ohm, dann schließt man die Meßklemmen kurz. Da Rx den Betrag Null Ohm (Kurzschluß) hat, muß das Display natürlich „0,000" anzeigen. Ge-

TABELLE

WERT	1. RING	2. RING	3. RING	4. RING	5. RING
390 Ohm	orange	weiß	schwarz	schwarz	braun
3,9 k-Ohm	orange	weiß	schwarz	braun	braun
39 k-Ohm	orange	weiß	schwarz	rot	braun
390 k-Ohm	orange	weiß	schwarz	orange	braun

Stückliste

WIDERSTÄNDE, 1/4 WATT

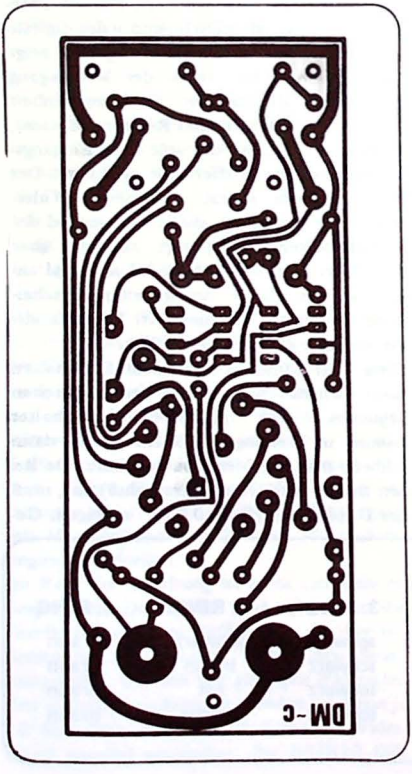
R1	= 820 Ohm
R2	= CERMET - Trimmpoti 10 k-Ohm, mögl. 20 Umdr.
R3	= 4,7 M-Ohm, Trimmer, RM 10 x 5
R4	= 390 k-Ohm, 1 %
R5	= 39 k-Ohm, 1 %
R6	= 3,9 k-Ohm, 1 %
R7	= 390 Ohm, 1 %
R8	= 10 k-Ohm, Trimmer, RM 10 x 5
R9, R10	= 18 k-Ohm
R11	= 1 k-Ohm
R12	= 220 Ohm

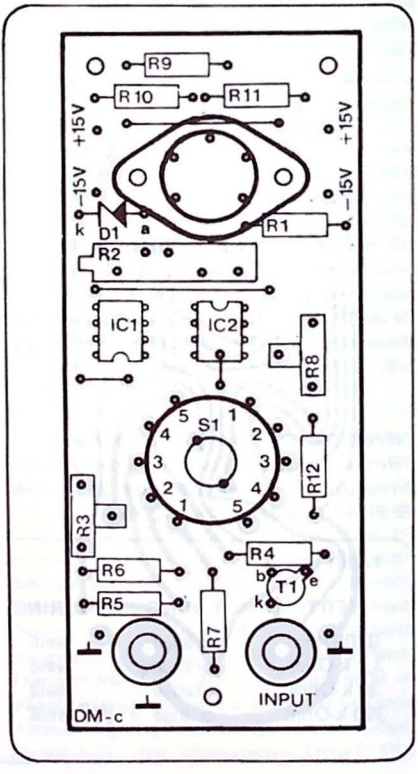
HALBLEITER

D1	= Z-Diode 6,2 V, 400 mW
T1	= BC 107
IC1, IC2	= 741, Mini - DIL

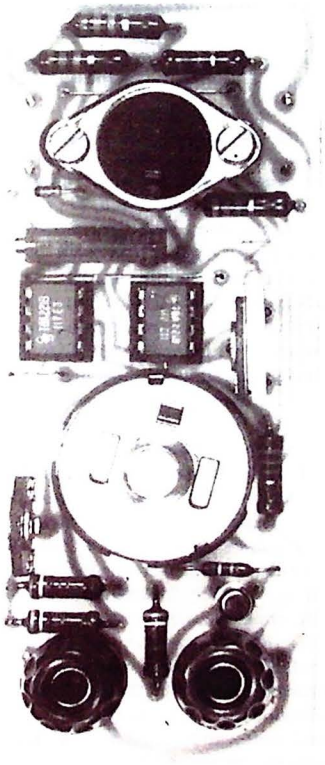
SONSTIGES

S1	= TMS oder AB, 2 Sekt., 5 Stellungen
1	x Diodenbuchse 5pol., Chassis
2	x Zwischenstecker Hirschmann,





	Mzs 2, je 1 rot und schwarz
6	x Lötstifte RTM
6	x Steckschuhe RF
1	x Bedienungsknopf für S1
2	x IC-Fassung 8pol. DIL
3	x Gew.-Röhrchen M3 x 10 mm
3	x Abst.-Röhrchen 10 mm
3	x Schrauben M3 x 15 mm
3	x Kreuzschl.-Zyl.-K.-Schrauben M3 x 5 mm
2	x Abst.-Röhrchen 15 mm
2	x Schrauben M3 x 20
2	x Muttern M3



nauso natürlich ist es, daß das nicht der Fall ist: Offsetspannung! Die Anzeige liegt vermutlich zwischen +0015 und −0015. Mit R8 bringt man die Anzeige auf Null, diese Einstellung ist eine einmalige Angelegenheit und erst dann wieder vorzunehmen, wenn das Netzteil gewechselt wird. Bei einem solchen Wechsel sind übrigens alle Eich- und Abgleichmaßnahmen zu wiederholen.

Als „Eichwiderstände" eignen sich 1%-Präzisionswiderstände. Wer über die Einheit „DC-Volts" verfügt, braucht sie nicht eigens anzuschaffen. Das Modul enthält geeignete Werte. Allerdings ist es erforderlich, alle Verbindungen zu anderen Einheiten zu lösen, damit das Modul vollständig „in der Luft hängt".

Man stellt nun Verbindungen her zwischen den Meßklemmen der Ohms-Einheit und den Anschlüssen des Widerstandes R9 im DC-Volts; der Wert von R9 beträgt 1 Kilo-Ohm. Das Display im DM müßte nun „1,000" zeigen. In knapp 100% aller Fälle tut es das nicht, weil der Konstantstrom nicht zufällig den richtigen Wert hat. Also den Schraubendreher bei R2 ansetzen und das Display auf die richtige Anzeige bringen.

Danach sollte man das Ganze eine Viertelstunde auf sich beruhen lassen, um zu sehen, wie es um die Stabilität des Meßgerätes bestellt ist.

In den vier niederohmigen Meßbereichen sollte die Eichung stimmen. Der Konstantstrom, in einem der vier Bereiche eingestellt, wird im richtigen Verhältnis umgeschaltet.

So sollte z.B. das Display im Meßbereich 19,99 Kilo-Ohm „09,00" oder „10,00" zeigen (abhängig von der Auslegung des Spannungsteilers im DC-Volts-Vorsatz), wenn man die Meßklemmen mit dem Widerstand R7 verbindet. Mit Absicht heißt es im letzten Satz „sollte", denn kleine Abweichungen dürften immer auftreten. Die gemessenen Widstände haben immerhin eine Toleranz von ±1%; im ungünstigsten Fall weichen zwei Exemplare um 2% voneinander ab.

Der 90 (100) Kilo-Ohm Widerstand im Modul DC-Volts kann ebenfalls „nachgemessen" werden: Meßbereich 199,9 Kilo-Ohm einschalten und Meßklemmen an R5.
Schließlich muß noch der hochohmige Meßbereich geeicht werden. Als Eichwiderstand dient R3 (900 Kilo-Ohm oder 1 Mega-Ohm) in der Einheit DC-Volts. Mit Trimmer R3 wird die richtige Anzeige eingestellt.

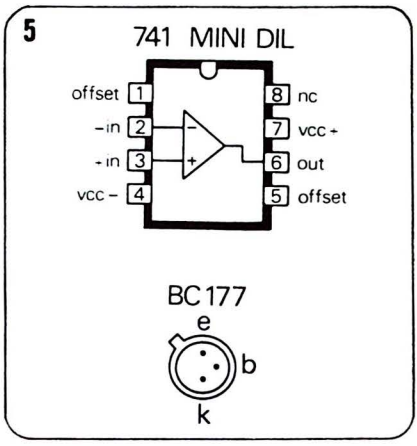


Bild 5. Die Anschlußbelegungen der im Modul „OHMs" verwendeten Halbleiter. Der OpAmp 741 im Mini-DIL-Gehäuse ist in der Draufsicht angegeben, der Transistor in der Ansicht von unten.

DER BUCH Tip

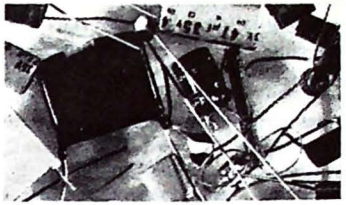
Der Buchtip in der letzten Ausgabe behandelte die „Schaltbeispiele" von Siemens. Hier ein zweites Beispiel für Daten- bzw. Schaltungssammlungen aus dem Haus eines grossen Halbleiterherstellers, nützlicher Lesestoff und Dokumentationen, mit denen auch der Hobby-Elektroniker etwas anfangen kann.

TEXAS INSTRUMENTS

Teuer, aber gemessen am Umfang nicht zu teuer, sind die beiden Bände „Pocket Guide" und „Das TTL-Kochbuch", beide deutschsprachig und besonders für Digital-Fans wahre Fundgruben.
Das „Pocket Guide" ist eine übersichtliche Zusammenfassung der ICs von TEXAS, dazu gehören außer TTL-ICs auch Halbleiter-Speicher, Mikroprozessoren u.a. Da die TTL-Familie unter den verschiedenen Herstellern standardisiert ist, braucht man eine solche Übersicht natürlich nur einmal.
628 Seiten, 105 x 184 mm, unter DM 20,–
Mit dem „TTL-Kochbuch" haben die Anwendungsingenieure von TEXAS einen praxisbezogenen Ratgeber über Aufbau, Funktionen und eben Anwendungen von TTL-ICs geschaffen. Gedacht ist es in erster Linie für Techniker und Ingenieure in Labor und Entwicklung, dank der vielen konkreten Schaltungen ist es aber auch ein Nachschlagewerk für alle Digital-Aufgaben, die sich dem Hobbyelektroniker stellen. Die TTL-Technologie ist zwar alt, gemessen an der rasanten Entwicklung in der Elektronik, hat aber Zukunft, weil sie zu einem Standard geworden ist. Deshalb ist auch das TTL-Kochbuch noch lange Zeit aktuell.
340 Seiten, A5, unter DM 45,-
Versandbezug z.B. vom „Markt & Technik-Buchladen", 8000 München 19, Kuglmüllerstraße 25.

So funktioniert das!

KONDENSATOREN
Teil ·2·



Im ersten Teil dieser Artikelreihe wurde das Verhalten eines Kondensators an Gleichspannung untersucht. Diesmal geht es um Wechselspannung, und es zeigt sich, daß ein Kondensator hier ganz anders reagiert. Das ist wichtig, denn dank dieses unterschiedlichen Verhaltens eignet er sich für zahlreiche Aufgaben.

ZUM UNTERSCHIED ZWISCHEN GLEICH– UND WECHSELSPANNUNG

In Bild 7 sind drei verschiedene Spannungen über einer Zeitachse t aufgetragen. Zunächst etwas zu dieser Zeitachse.

Sie läßt sich vergleichen mit einem Zentimetermaßstab auf einem Lineal. Die Achse kann z.b. eine Sekundenteilung haben, häufig trifft man diese Teilung auch an. Hier jedoch, in einer rein theoretischen Abhandlung, ist eine bestimmte Teilung nicht erforderlich.

Die in der mittleren Grafik in Bild 7 eingezeichnete Spannung ist eine Gleichspannung mit dem willkürlich gewählten Wert von +5 Volt. Eine Gleich – Spannung ändert ihren Wert im zeitlichen Verlauf nicht (im Idealfall). Deshalb ist die Spannung als horizontale Linie eingezeichnet, die auf der vertikalen (Spannungs-) Achse bei +5 Volt ansetzt.

In Bild 7 unten ist eine Wechselspannung zu sehen. Speziell ist an ihr, daß sie periodisch ist: In periodischen Zeitabständen wiederholt sich der Verlauf. Allgemeine Merkmale einer Wechselspannung sind: die zeitliche Änderung des momentanen Spannungswertes und das Auftreten positiver und negativer

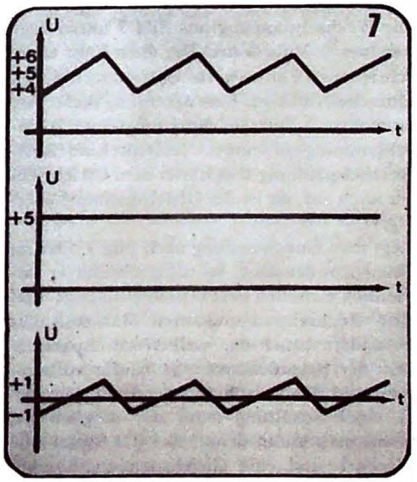


Bild 7. Gleich- und Wechselspannung im Bild. In der Mitte eine „reine" Gleichspannung, unten eine periodische Wechselspannung. Oben: eine überlagerte Gleichspannung.

Momentanwerte. Der Verlauf ist im gezeigten Beispiel stetig, d.h. es treten keine Sprünge auf, aber alle Werte zwischen dem maximalen positiven Wert von +1 Volt und dem maximalen negativen Wert von −1 Volt.

Als periodische Wechselspannungen sind insbesondere Sinus, Rechteck, Sägezahn (ähnlich wie in Bild 6 unten) und Dreieck von Bedeutung. Mit einer sinusförmigen Wechselspannung werden die späteren Experimente durchgeführt. Die anderen genannten Wechselspannungsformen entlehnen ihre Bezeichnung von dem Bild, das der zeitliche Verlauf der Spannung über einer Zeitachse erzeugt.

Der Vollständigkeit halber muß auch die Kombination aus einer Gleich- und einer Wechselspannung erwähnt werden. Bild 7 zeigt oben die Summe aus den beiden anderen Spannungen. Der Gleichspannung ist eine Wechselspannung „überlagert", wie das genannt wird.

Die Wechselspannung aus Bild 7 unten liegt nun um 5 Volt höher. Die oben links angeschriebenen Zahlenwerte ergeben sich durch einfache Addition. Eine Spannung dieser Art entsteht z.B. bei Gleichrichtung einer Wechselspannung in einem Netzteil. Eine Restwechselspannung tritt hinter dem Gleichrichter noch auf, sie ist der Gleichspannung überlagert.

Legt man eine Spannung nach Bild 7 oben an einen Kondensator, so unterscheidet er tatsächlich zwischen dem Gleichspannungs- und dem Wechselspannungsanteil. Man muß dies besonders beachten, weil Wechselspannungen der besprochenen Art häufig vorkommen und das Verständnis der Funktionsweise einer Schaltung dann nur möglich ist, wenn man daran denkt, daß das Signal eine Wechsel- und eine Gleichspannungskomponente hat.

Wie in der letzten Folge gezeigt wurde, lädt sich ein Kondensator, den man mit einer Batterie verbindet, auf die Batteriespannung. Danach passiert nichts mehr, bis man den Kondensator entlädt. Bild 8 zeigt oben eine experimentelle Lade- und Entladeschaltung, der Umschalter S steht gerade in Stellung „Entladen", die Kondensatorladung fließt über Widerstand und Schalterkontakt ab.

DER KONDENSATOR AN WECHSELSPANNUNG

Man kann den Kondensator im ständigen Wechsel auf- und wieder entladen, z.B. dadurch, daß man den Schalter schnell hin- und herschaltet; dabei muß - das ist zu erwarten - dauernd Strom fließen.

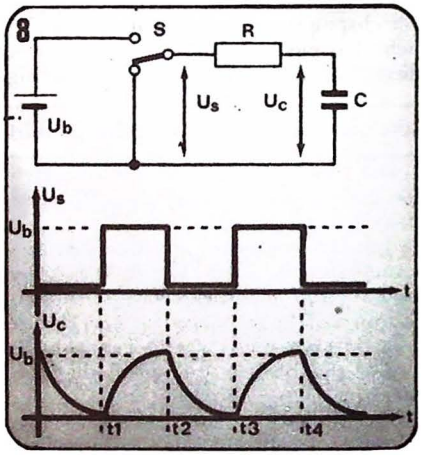


Bild 8. Eine „pulsierende" Gleichspannung erzwingt stetige Lade- und Entladevorgänge.

Denn: Wenn der Umschalter in der oberen Stellung steht, liegt an der Reihenschaltung Widerstand R – Kondensator C die Batteriespannung, der Kondensator lädt sich auf.

Wird der Schalter anschließend in die im Bild eingezeichnete Stellung gebracht, so entlädt sich C über diesen Widerstand.

Aus diesem Verhalten folgt, in welche Richtung man weiterdenken muß. Variiert die

Spannung, an die ein Kondensator angeschlossen ist, so reagiert das Bauelement mit Lade- und Entladevorgängen; mit solchen Vorgängen sind immer Ströme verbunden, die im Kondensator-Stromkreis fließen.
Der Kondensator leitet demnach den elektrischen Strom, während er sich an einer „reinen" Gleichspannung wie ein Isolator verhält (nach dem Auf- oder Entladen fließt kein Strom mehr). An einer variierenden Spannung, im weitesten Sinne an einer Wechselspannung, ist der Kondensator eine Art Widerstand, weil Strom fließt.
Bevor die Natur dieses Widerstandes näher

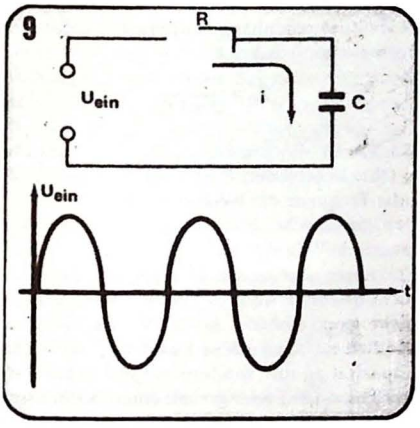


Bild 9. Eine „echte" Wechselspannung am Kondensator. Auch hier dauerndes Laden und Entladen.

untersucht wird, soll der Kondensator an einer richtigen Wechselspannung betrieben werden, der Einfachheit halber an einer Sinusspannung (Bild 9). Die Schaltung hat sich vereinfacht: Man braucht nicht mehr ständig einen Schalter zu betätigen, der Sinus sorgt selbst für fortwährende Änderung der Spannung. Der Kondensator will sich durch wechselndes Laden und Entladen immer an die Spannung anpassen, so daß ständig ein Lade- oder ein Entladestrom fließt.
Die Eingangsspannung der Schaltung Bild 9 ist über einer Zeitachse aufgetragen, so daß der zeitliche Verlauf deutlich wird. In der Grafik fehlt eine Darstellung des Stroms, der in der Schaltung fließt, ebenfalls ist auch die Spannung über dem Kondensator nicht eingezeichnet. Bei diesen Größen tut sich nämlich Merkwürdiges, worüber später zu sprechen sein wird.

WECHSELSTROMWIDERSTAND ODER IMPEDANZ

Nach dem Ohmschen Gesetz besteht ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Spannung, die einen Stromkreis speist, dem fliessenden Strom und dem Widerstand im Stromkreis. Dieser Zusammenhang lautet:

$$U = I \times R$$

In Worten ausgedrückt: Die Spannung ist das Produkt von Widerstand und Strom.
Beim Begriff „Widerstand" denkt man vorzugsweise an ein elektronisches Bauelement mit einer typischen Form, gemeint ist aber genauso oft die elektrische Größe, mit der man rechnen kann.
Legt man z.B. an einen Widerstand mit den Farbringen Rot-Rot-Rot (2,2 Kilo-Ohm) eine Spannung von 2,2 Volt, so fließt ein Strom von 1 Milli-Ampere.
Der Kondensator tritt (als nicht unendlich großer) Widerstand nur in einem Wechselstromkreis in Erscheinung. Man spricht deshalb vom Wechselstrom-Widerstand oder von der Impedanz des Kondensators (in der Physik werden meist andere Bezeichnungen verwendet).
Die Maßeinheit der Impedanz ist, wie beim „Ohmschen" Widerstand, das Ohm. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der „Wert" eines Kondensators nicht in Ohm, sondern in Farad angegeben wird. Es muß ein Zusam-

menhang zwischen der Kapazität eines Kondensators und der Impedanz existieren, die zu dem Kapazitätswert gehört. In diesem Zusammenhang spielt die Frequenz der Wechselspannung eine Rolle.

10 KAPAZITÄT [F]	IMPEDANZ [Ω]
50µ	3,18
20µ	7,96
10µ	15,9
8µ	19,9
4µ	39,8
2µ	79,6
1µ	159
500n	318
250n	637
100n	1590
50n	3180
20n	7960
10n	15900
5n	31800
1n	159000
500p	318000
250p	637000
100p	1590000

Bild 10. Impedanzwerte bei f = 1 Kilo-Hertz.

Wie Bild 7 zeigte, nimmt eine Wechselspannung im zeitlichen Verlauf abwechselnd positive und negative Werte an. Mit Frequenz wird angegeben, wie oft in einer Zeiteinheit (Sekunde) die Spannung positiv ist (oder negativ, es ist derselbe Zahlenwert). Die Anzahl je Sekunde, die Maßeinheit der Frequenz, ist das Hertz. Die Netzwechselspannung hat die Frequenz 50 Hertz, sie ist 50mal in der Sekunde positiv und 50mal negativ. In einem vollständigen Wechselspannungszyklus ist die Spannung je einmal positiv und negativ, man bezeichnet diesen Zyklus als Periode. Bild 9 zeigt 2,5 Perioden einer Sinus-Wechselspannung.

Von der Frequenz hängt der Wechselstromwiderstand eines Kondensators ab. Bei etwas Nachdenken wird das auch klar. Je höher die Frequenz der Wechselspannung an einem Kondensator ist, um so mehr Strom muß fließen, damit die Kondensatorspannung der stetigen Spannungsänderung folgen kann. Zu diesem höheren Strom gehört ein niedrigerer Wechselstromwiderstand, so daß eines schon klar ist: Je höher die Frequenz, um so niedriger die Impedanz.

Ein zweiter Zusammenhang müßte auch einsehbar sein: bei größerer Kapazität ist die Impedanz ebenfalls niedriger. Es müssen in diesem Fall nämlich mehr Elektronen auf die Kondensatorplatten fließen, damit die Spannung „Schritt halten" kann.

Beide Zusammenhänge kommen in folgender Formel zum Ausdruck:

$$Z_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

Mit Zc ist die Impedanz des Kondensators in Ohm bezeichnet, C ist seine Kapazität und f die Frequenz der Wechselspannung in Hertz. Der griechische Buchstabe π steht für die „magische" Zahl 3,14.

Für Leser, die an den Umgang mit Formeln nicht gewöhnt sind, ist gerade dieses Beispiel nicht ganz einfach; in der Praxis hat man nämlich nicht mit dem Farad als Einheit der Kapazität zu tun, sondern mit einem Millionstel Farad (µF) oder gar mit einem Millionstel µF (pF). Auch die Frequenz kommt häufiger in Kilo-Hertz vor als in Hertz. Das Rechnen wird dann schon erheblich schwieriger.

Um einen ersten Eindruck zu geben, zeigt Bild 10 die Impedanzwerte verschiedener Kondensatoren in Abhängigkeit vom Kapazitätswert. Die Tabelle gilt nur für eine bestimmte Frequenz der Wechselspannung, gewählt wurde die Frequenz 1 Kilo-Hertz.

(In der nächsten Augabe: Phasenverschiebung, Koppelkondensator, Siebkondensator, der Kondensator im Rauschfilter und in Impulsformer-Schaltungen).

Postfach: 1366

Fragen zur Elektronik populär beantwortet

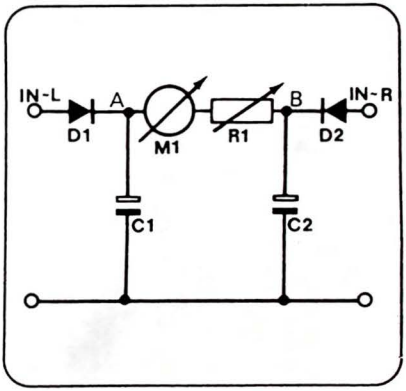
Bei Fragen bitte einen frankierten und adressierten Briefumschlag für die Antwort beifügen.

STEREO – BALANCEMETER

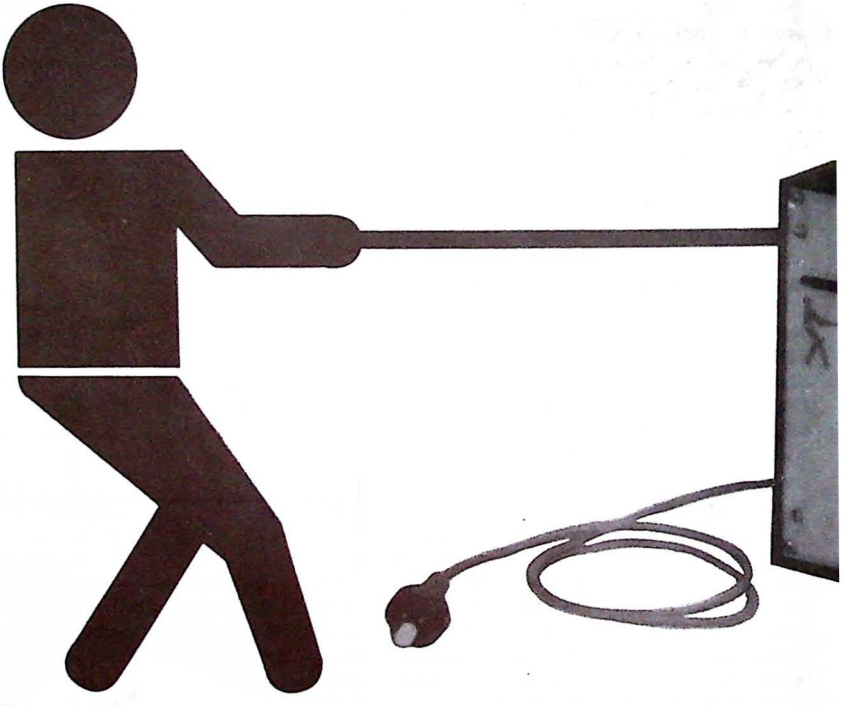
Leser W.T. aus Z. will seine Stereo-Anlage nachträglich mit einem Balancemeter ausrüsten, und zwar mit möglichst wenig Aufwand. Es geht tatsächlich sehr einfach, wie das Bild zeigt. Als Balance-Anzeige kann ein Mitten-Instrument 50µA - 0 - 50µA oder der ebenfalls gängige Typ 1 mA - 0 - 1 mA dienen. Das Instrument M1, mit dem Trimmer R1 in Reihe, liegt an den Lautsprecherausgängen des Verstärkers, in beide Leitungen ist eine Gleichrichterdiode (D1, D2) geschaltet. Die Elkos C1 und C2 sind Ladekondensatoren, wie sie in den meisten Gleichrichterschaltungen vorkommen.

Die Funktion ist klar: Bei gleichen mittleren Signalamplituden an den Verstärkerausgängen haben die Gleichspannungen an den Punkten A und B denselben Betrag, durch das Instrument fließt kein Strom, der Zeiger steht in der Skalenmitte auf Null. Sind die Signalspannungen in den beiden Kanälen unterschiedlich, so tritt zwischen A und B ein Potentialunterschied auf, es fließt Strom durch M1, dessen Richtung davon abhängt, welches Signal (rechter oder linker Kanal) stärker ist.

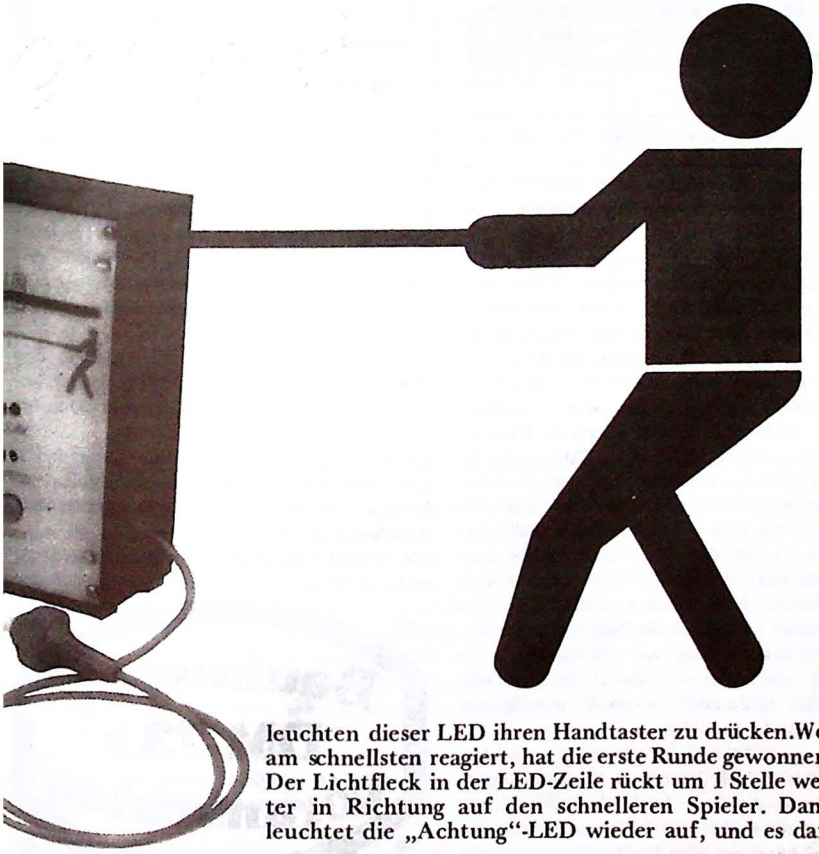
Von der Bemessung der Kondensatoren ist die Reaktionsfähigkeit der Anzeige abhängig. Mit zunehmendem Kapazitätswert wird der Zeiger ruhiger. Ein passender Wert, mit dem man es zu Anfang probieren kann, ist 1 µF. Dioden: 1 N 4148 oder 1 N 914.



Auch die Bemessung des Trimmpotis kann „aus der Ferne" nicht vorgeschrieben werden; je empfindlicher das Instrument ist, um so höher der erforderliche Widerstandswert. Auch die Lautstärke, die man üblicherweise einstellt, sowie der Wirkungsgrad der Lautsprecher spielen bei der Bemessung von R1 eine Rolle. Am besten beginnt man mit einem Wert von 1 Mega-Ohm. Findet man die richtige Einstellung ganz in der Nähe des Anschlags, so nimmt man besser ein Exemplar mit 100 oder 47 Kilo-Ohm.



Das Prinzip dieses elektronischen Spiels: ein Taster, eine „Achtung"-LED, eine LED-Zeile aus 15 Anreih-LEDs, zwei Taster an Kabeln und zwei Spieler. Nach dem Drücken des Starttasters leuchtet die mittlere der 15 LEDs auf, etwas später die „Achtung"-LED. Die beiden Spieler müssen versuchen, so schnell wie möglich nach dem Auf-



leuchten dieser LED ihren Handtaster zu drücken.Wer am schnellsten reagiert, hat die erste Runde gewonnen. Der Lichtfleck in der LED-Zeile rückt um 1 Stelle weiter in Richtung auf den schnelleren Spieler. Dann leuchtet die „Achtung"-LED wieder auf, und es darf

wieder gedrückt werden. Es kommt also darauf an, die bessere Reaktion zu haben und den „Knoten" (die leuchtende LED) immer weiter in die eigene Richtung zu ziehen. Wer den Knoten über den Strich zieht (LED 1 oder LED 15 leuchtet auf), hat das Spiel gewonnen. Ein Summer, der sich auf dem Print befindet, gibt Signal, und die „Achtung"-LED beendet ihr Blinken.
Der Reset der Elektronik erfolgt durch Drükken des Starttasters. Dann schweigt der Summer, es leuchtet wieder die mittlere LED in der Zeile usw., ein neues Spiel kann beginnen.

DAS PRINZIP DES SPIELS

Ein vereinfachtes Blockschema des elektronischen Tauziehens ist in Bild 1 angegeben.
Kern des Gerätes ist ein Vor/Rückwärts-Zähler, eine Schaltung, die Impulse addieren und subtrahieren kann. Ein normaler Zähler, wie etwa der bekannte 7490, ist nur zum Addieren geeignet. Der Zählerinhalt, der als BCD-Code an den vier Ausgängen des Bausteins zur Verfügung steht, erhöht sich bei jedem Zählimpuls um eine Einheit. War der Zählerinhalt vorher z.B. 4, so wird er beim Eintreffen des nächsten Impulses am Zähleingang 5. Der Vor/Rückwärtszähler hat zwei Zähleingänge. Der eine arbeitet wie ein normaler Zähler, der andere verringert den Zählerinhalt bei jedem Impuls um eine Einheit. Ein Impuls auf den „Rückwärts"-Eingang vermindert den Zählerinhalt von z.B 4 auf 3.
Verbindet man jeden der beiden Zähleingänge mit einem Taster und drückt zwei Spielern je einen Taster in die Hand, so erhöht sich der Zählerinhalt, wenn der eine Spieler drückt und umgekehrt.
Über einen Dekoder kann man jedem Zählerinhalt eine LED zuordnen, die dann leuchtet, wenn der betreffende Zählerinhalt vorliegt. Ordnet man die LEDs in einer Reihe an, so kann der eine Spieler die leuchtende LED durch Drücken seines Tasters um eine

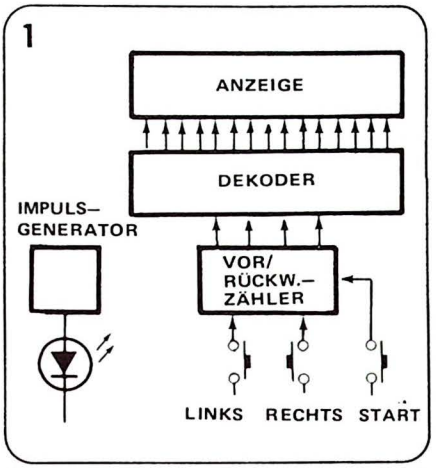


Bild 1. Ein vereinfachtes Blockbild des elektronischen Tauziehens. Ein Impulsgenerator läßt die Start-LED blinken. Die Spieler geben mit ihren Tastern Zählimpulse, der Dekoder bringt den Zählerinhalt zur Anzeige.

Stelle in seine Richtung verschieben, der zweite Spieler kann dasselbe tun, jedoch bewegt sich der „Lichtfleck" dabei in die andere Richtung.
Ein Impulsgenerator, der eine „Start-frei"-LED aufleuchten läßt, bringt das Zeitelement ins Spiel, das für einen Reaktionszeittest natürlich unentbehrlich ist.
Ein solches Prinzip ist in der Praxis allerdings nicht so leicht zu realisieren, wie es nach der

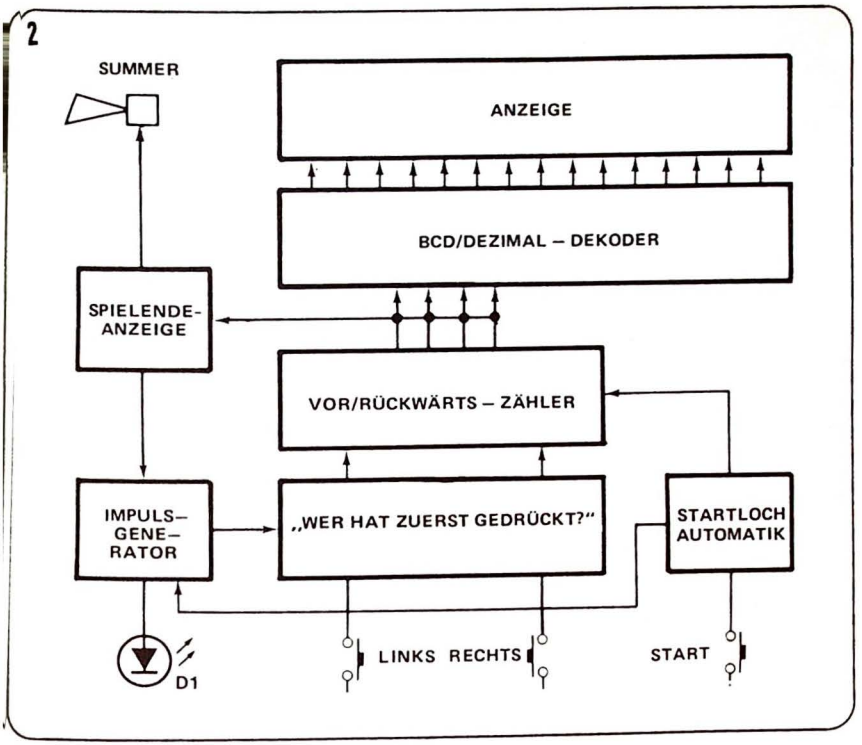
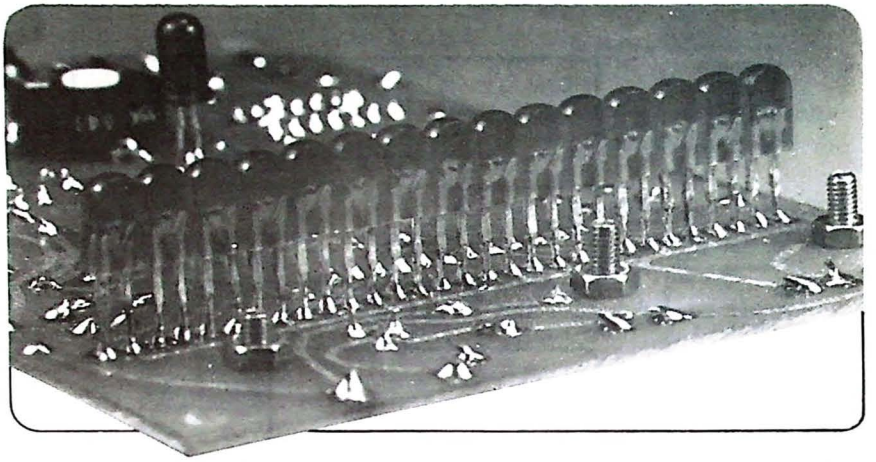


Bild 2. Das komplexe Blockbild des elektronischen Tauziehens. Gegenüber der vereinfachten Darstellung in Bild 1 sind hier einige Blöcke mehr zu sehen, die zum einen die ordentliche Funktion erst ermöglichen, zum anderen dem Spiel seinen Charme verleihen. So wurde z.B. eine „Spielende" - Einheit hinzugefügt, die aus bestimmten Informationen schlußfolgert, daß einer der Spieler gewonnen hat. Wenn es soweit ist, gibt diese Schaltung über einen Summer ein akustisches Signal ab. Um Falschspielen auszuschließen, wurde der „Wer hat zuerst gedrückt?" - Detektor eingebaut, der außerdem dafür sorgt, daß in jeder Frei-Phase nur die Reaktion desjenigen Spielers berücksichtigt wird, der zuerst seinen Taster betätigt. Die „Startloch - Automatik verzögert die Startfreigabe, um gerechte Startbedingungen zu schaffen.

relativ einfachen Darstellung im Blockbild den Anschein haben könnte; ein zweites, vollständiges Blockbild soll die Verfeinerungen zeigen.

DAS VOLLSTÄNDIGE BLOCKBILD DES ELEKTRONISCHEN TAUZIEHENS

Das Spiel muß auf irgend eine Weise gestartet werden, dazu dient eine „Startloch"-Automatik, die zwei Dinge tut: Zunächst sorgt



sie dafür, daß zu Beginn die mittlere LED in der LED-Zeile aufleuchtet, dies ist bei fortlaufender Numerierung der LEDs vom linken zum rechten Ende der Zeile die Nr. 8. Aus dieser Startposition heraus können die Spieler ihre Reaktionsfähigkeit unter Beweis stellen. Zweitens sorgt dieser Start-Teil der Schaltung dafür, daß der Impulsgenerator mit einer gewissen Verzögerung anläuft. Man spielt zu zweit, einer der Spieler muß den Starttaster betätigen. Wenn die Start-LED dann unmittelbar zu blinken beginnen würde, wäre der Spieler im Vorteil, der den Taster nicht bedient: Er könnte sich bereits auf die Start-LED konzentrieren.

Eine zweite, wichtige Erweiterung gegenüber dem vereinfachten Blockschema in Bild 1 ist die „Wer hat zuerst gedrückt?-Schaltung". Was dieser Schaltungsteil tut, müßte eigentlich klar sein. Der Impuls, den der schnellere Spieler mit seinem Taster erzeugt, muß sich als Bewegung in der LED-Zeile bemerkbar machen, der Impuls des langsameren Spielers dagegen darf nicht auf dessen Zähleingang gelangen. Außerdem sorgt diese Detektorschaltung dafür, daß kein Falschspiel möglich ist. Ein Spieler, der dauernd seinen Taster drückt, darf im Moment der Zählerfreigabe (Aufleuchten der Start-LED) nicht zu seinem Zähleingang durchgelassen werden. Auch ein Spieler, der versucht, die Elektronik zu überlisten, indem er kurz vor dem Aufleuchten der Start-LED drückt, hat dank dieser Verriegelungsschaltung keinen Vorteil. Obwohl man natürlich eine Spielende-Anzeige dadurch hat, daß eine der beiden äußeren LEDs aufleuchtet, ist ein besonderer Hinweis der Elektronik angebracht. Deshalb wurde ein „Spielende"-Schaltungsteil vorgesehen; dieser Block steuert den eingebauten Summer und stoppt die Start-LED.

DER VOR/RÜCKWÄRTS – ZÄHLER

Als Zähler wird eine relativ komplexe integrierte Schaltung benutzt, der Typ 74193 aus der TTL-Familie. Um im Rahmen dieses Beitrags auf die Besprechung des komplizierten Zählers verzichten zu können, bringt der Beitrag „Denken in High und Low" in dieser Ausgabe einen Vor/Rückwärtszähler auf das Experimentierfeld des in Heft 7/77 beschriebenen TTL-Trainers. Wer die Experimente mit dem Trainer nicht mitmacht, muß sich aus den wenigen Sätzen dieses Abschnittes die Funktionsweise zusammenreimen.

Der SN 74193 kann nicht nur vor- und rückwärtszählen, er hat auch die Möglichkeit einer Voreinstellung des Zählerinhaltes, man spricht hier von „Preset". Legt man an vier sogenannte Data-Eingänge den BCD-Code für eine bestimmte Ziffer, so wird mit einem Befehlsimpuls auf den Load-Eingang diese Signalkombination in den Speicher des Zählers eingelesen. Der vorher vorhandene Zählerinhalt wird durch die neuen „Daten" ersetzt. Von dem in dem TTL-Trainer-Experiment untersuchten Zähler 74192 unterscheidet sich der 74193 im Prinzip nicht. Er hat lediglich einen erweiterten Zählbereich, er zählt nämlich nicht von 0 bis 9, sondern von 0 bis 15, kann also demnach 16 verschiedene Speicherinhalte haben, alle übrigens, auch oberhalb der 9, im BCD-Code.

Die wichtigsten Anschlüsse des 74193:

- vier Ausgänge QA, QB, QC und QD, an denen der jeweilige Zählerinhalt im BCD-Code erscheint;
- ein Count Up-Eingang, der die hier eintreffenden Impulse zum Zählerinhalt addiert;
- ein Count Down-Eingang, der die hier eintreffenden Impulse vom Zählerinhalt subtrahiert;
- vier Data-Eingänge für den Preset des Zählers;
- einen Load-Eingang, der bei Bedarf die Information an den Data-Eingängen in den Speicher und damit zu den Zählerausgängen QA bis QD bringt;
- einen Clear-Eingang, der zum Löschen des Speichers benötigt wird (Reset nach 0).

Das sind die zum Verständnis der Funktionsweise wichtigen Anschlüsse des ICs 74193.

DIE STARTLOCH – AUTOMATIK

Dieser Block (Bild 3) ist eine der einfacheren Teilschaltungen im elektronischen Tauziehen. Wie bei der Besprechung des vollständigen Blockbildes bereits erwähnt wurde, hat die Startloch-Automatik zwei Aufgaben: Einmal sorgt sie dafür, daß die Mitte vom Tau, die

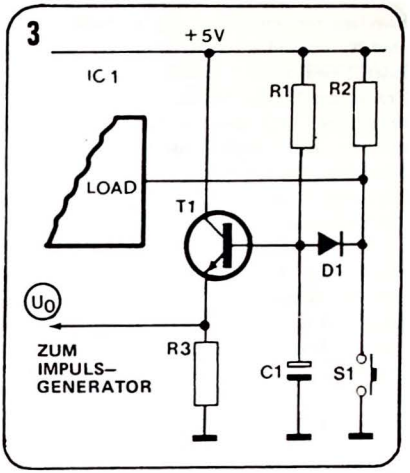


Bild 3. So sieht die Startloch-Automatik aus. Beim Betätigen des Tasters wird der Load-Eingang L, dabei übernimmt der Zähler die an den Data-Eingängen vorhandene Information. C1 und R1 verzögern den Start und das erste Aufleuchten der Start-LED.

mittlere LED der Zeile, beim Betätigen des Starttasters aufleuchtet, zum zweiten bewirkt sie, daß der Generator, der die Start-LED steuert, verzögert anläuft.

Die Startposition der LED-Zeile wird erreicht, indem eine entsprechende Kombination aus L- und H-Zuständen an den Data-Eingängen in den Speicher eingelesen wird. Die Startloch-Automatik gibt den Befehlsimpuls zum Einlesen auf den Load-Eingang. Dieser Impuls ist ein L-Signal; normalerweise liegt der Load-Eingang über Widerstand R2 in Bild 3 auf H. In diesem „Ruhezustand" werden die Informationen an den Data-Eingängen nicht zu den Ausgängen transportiert. Drückt man den Starttaster, so liegt der Load-Eingang kurz auf Masse, ist demnach kurzzeitig Low. Der Zähler übernimmt dabei die Data-Information.

Beim Betätigen des Tasters S1 wird auch der

Kondensator entladen, der normalerweise über Widerstand R1 aufgeladen ist. Das Entladen bewirkt ein L-Signal an der Basis des Transistors T1, der als Emitterfolger geschaltet ist. Bei L an der Basis ist der Transistor gesperrt, der Emitter-Ausgang dieser Stufe liegt über den Emitterwiderstand an Masse, ist demnach ebenfalls L. Im Leitzustand ist die Emitterspannung um 0,7 Volt niedriger als die Spannung am Kondensator.

Das Signal Uo steuert den Impulsgenerator. Bei der Besprechung dieses Schaltungsteils wird sich zeigen, daß der Generator nicht arbeitet, wenn die Spannung Uo einen Wert unter ca. 2,4 Volt hat. Daraus folgt, daß beim Betätigen des Tasters die Start-LED nicht blinkt, denn der Kondensator ist entladen, seine Spannung liegt unter dem genannten Wert.

Sobald der Tasterkontakt nach dem Loslassen wieder öffnet, lädt sich der Kondensator C1 über Widerstand R1. Die Spannung an der Basis von T1 (und damit auch seine Emitterspannung) steigen langsam an. Nach einer bestimmten Zeit hat die Spannung einen Betrag von ca. 3,1 Volt erreicht; die Emitterspannung hat dann den Wert 2,4 Volt. Von diesem Moment an kann der Impulsgenerator arbeiten, die Start-LED beginnt zu blinken.

Die Zeitspanne, die zwischen dem Loslassen des Tasters und dem ersten Aufleuchten der LED vergeht, hängt davon ab, wie schnell sich der Kondensator auf die Spannung von 3,1 Volt auflädt. Diese Zeit hängt nicht nur vom Kapazitätswert des Kondensators, sondern auch vom Widerstandswert R1 ab.

Die Aufgabe der Diode D1: Sie bewirkt die Trennung zwischen C1 und dem Load-Eingang.

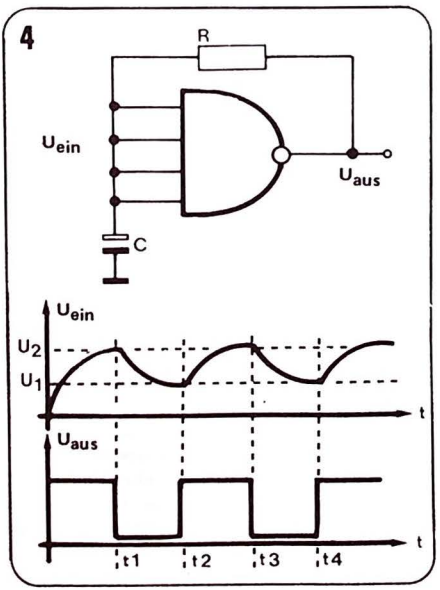
DER IMPULSGENERATOR

Das Schaltungsprinzip des Impulsgenerators ist in Bild 4 angegeben, Hauptbestandteil ist ein integrierter Schmitt-Trigger vom Typ 7413. Die vier Eingänge sind zusammengeschaltet, so daß man nur einen Eingang zu betrachten braucht.

Beim Einschalten der Speisespannung lädt sich der Kondensator auf, und zwar über Widerstand R, denn der Ausgang ist H (der Kondensator ist noch nicht ausreichend geladen, und die Schaltung invertiert zwischen Ein- und Ausgang). Sobald die Kondensatorspannung den kritischen Wert U2 erreicht, kippt die Schaltung, der Ausgang wird L.

In diesem Augenblick beginnt die Entladung des Kondensators, ebenfalls über R, der Ausgang hat ja jetzt ein niedriges Potential. Hier tritt nun eine Besonderheit des Triggers in Erscheinung: Obwohl die Eingangsspannung

Bild 4. Das Prinzip eines mit integriertem Schmitt-Trigger aufgebauten Impulsgenerators. Die Differenz zwischen den beiden Schaltschwellen heißt „Hysterese".



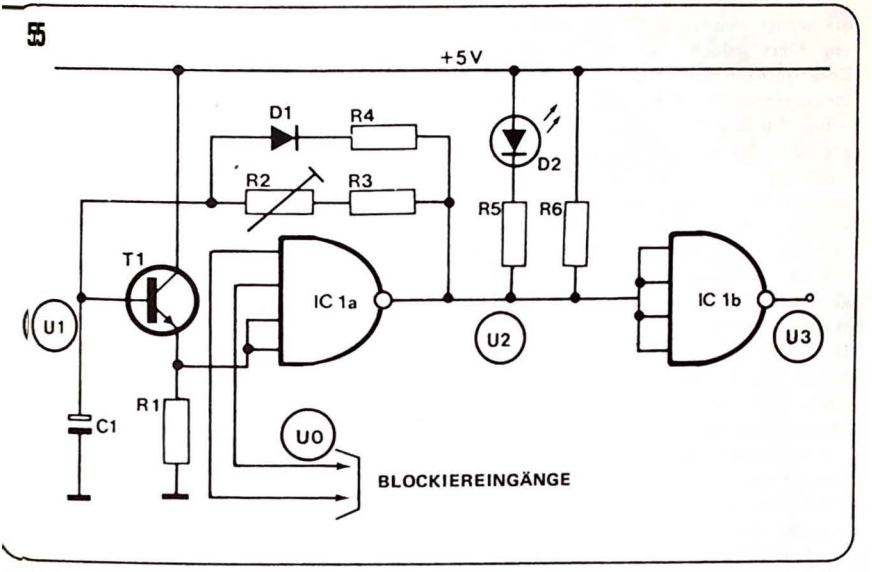


Bild 5. Der Impulsgenerator. Dank der Emitterfolgerstufe mit T1 kann die Kapazität des zeitbestimmenden Kondensators C1 relativ klein sein. Die beiden Blockier-Eingänge werden von den Funktionsblöcken „Startloch -Automatik" und „Spielende" gesteuert.

bereits deutlich unter den kritischen Wert U2 gefallen ist, tut sich zunächst noch nichts. Erst bei Erreichen des Wertes U1 reagiert die Schaltung und kippt in den anderen Zustand zurück. Dabei wird der Ausgang wieder H, der Kondensator wird wieder geladen usw. Die Tatsache der beiden unterschiedlichen Schaltschwellen wird als Hysteresis bezeichnet, sie ist der Grund dafür, daß die Schaltung überhaupt so arbeiten kann.

Die Spannung am Ausgang des Schmitt-Triggers wechselt, wie die Grafik in Bild 4 zeigt, periodisch zwischen H und L. Somit ist die Spannung hervorragend dazu geeignet, eine LED blinken zu lassen, vorausgesetzt, man wählt die Generatorfrequenz ausreichend niedrig, so daß man das Blinken tatsächlich sehen kann.

Von Einfluß auf die Blinkfrequenz sind die Werte von Kondensator und Widerstand. Der Widerstandswert kann aufgrund der inneren Struktur des 7413 nicht größer als 470 Ω gemacht werden, deshalb muß man dem Kondensator eine große Kapazität geben. Allerdings einen so großen Wert, daß dieses Bauteil und damit die Gesamtschaltung unerträglich große Abmessungen annehmen würden. Eine tragbare Lösung des Problems ist in Bild 5 angegeben. IC1a ist das Trigger-Gatter aus Bild 4. Zwischen dem Knotenpunkt von Widerstand und Kondensator einerseits und dem Trigger-Eingang liegt nun ein Emitterfolger-Transistor T1. Nun liegt der Widerstand nicht mehr unmittelbar am Gattereingang, sein Wert kann deshalb wesentlich höher angesetzt werden, womit für den Kondensator ein wesentlich geringerer Kapazitätswert möglich wird.

Widerstand R1 im Emitter des Transistors darf allerdings wiederum nicht höher sein als

die bereits genannten 470 Ω, diese Forderung führt jedoch nicht zu irgendwelchen Konsequenzen hinsichtlich der sonstigen Dimensionierung der Schaltung.

Ansonsten zeigt Bild 5 einige Verfeinerungen gegenüber der in Bild 4 angegebenen Prinzipschaltung. So ist der Einzelwiderstand R aus Bild 4 hier durch eine Reihenschaltung aus einem Festwiderstand und einem Trimmer ersetzt worden. Mit dem Trimmer läßt sich die Generatorfrequenz einstellen, damit also die Blinkfrequenz der Start-LED. Die Widerstandsreihenschaltung ist mit einer Diode D1 und einem weiteren Widerstand überbrückt. Dieser Zusatz bewirkt, daß die Entladezeit des Kondensators wesentlich kürzer ist als die Ladezeit (die Diode leitet nur dann, wenn der Ausgang L ist), der Ausgang ist also nur kurzzeitig L.

D2 ist die Start-LED, sie leuchtet, wenn der Ausgang des besprochenen Trigger-Gatters L ist. Es ist nun deutlich, daß die LED nur kurz aufblinkt, aber relativ große „Pausen" macht.

Was in Bild 5 weiter auffällt ist die Tatsache, daß nicht mehr alle vier Eingänge des Triggers zusammengeschaltet sind. Warum? Der Generator soll von anderen Funktionseinheiten in der Gesamtschaltung „kontrolliert", d.h. aus- und eingeschaltet werden können, und zwar einmal von der bereits besprochenen Startblock-Automatik, zum anderen von der im nächsten Abschnitt folgenden „Wer hat zuerst gedrückt?"-Schaltung. Deshalb werden die beiden unteren Eingänge des Trigger-Gatters als Blockier-Eingänge benutzt. Wenn mindestens einer der beiden Eingänge L ist, kann der Generator nicht schwingen. Diese Tatsache hängt eng zusammen mit dem inneren Aufbau dieses TTL-Bausteins. Das Trigger-Gatter ist im wesentlichen ein NAND-Gatter wie das bekannte 7400, hat aber vier statt zwei Eingänge. Die NAND-Funktion besagt, daß der Ausgang nur dann L ist, wenn alle Eingänge H sind, oder, anders ausgedrückt: Solange mindestens ein Eingang L ist, führt der Ausgang H. Für die Schaltung in Bild 5 gilt demnach: Ist einer der Blockiereingänge L (z.B. nach dem Betätigen des Starttasters), ist der Ausgang des Gatters H, die LED bleibt aus, weil der Generator nicht arbeitet. Tauziehen geht nicht.

Das zweite Gatter in Bild 5 invertiert das Ausgangssignal seines Artgenossen. Wozu diese Maßnahme dient, zeigt der nächste Abschnitt.

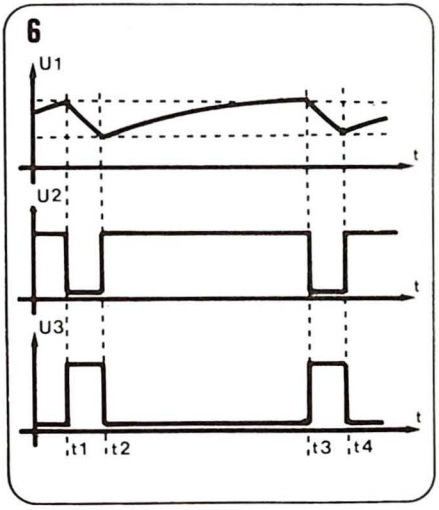


Bild 6. Die Ausgangsspannungen der Schaltung Bild 5. Die asymmetrische Rechteckspannung läßt die LED nur kurz aufleuchten.

Bild 6 zeigt, wie die Impulsspannungen an den wichtigsten Schaltungspunkten im Generatorteil aussehen.

DIE „WER HAT ZUERST GEDRÜCKT? – SCHALTUNG

Diese Schaltung könnte man ganz grob als Detektor umschreiben, aber ganz korrekt ist diese Bezeichnung nicht, insbesondere ist sie

wenig aussagekräftig. Eine bessere ist dem Redakteur leider nicht eingefallen, es bleibt also bei Detektor.

Bild 7 zeigt zwei Blöcke, die bisher in P.E. noch nirgends zu sehen waren: das sogenannte J-K-FlipFlop. Deshalb folgt hier eine etwas ausführlichere Besprechung.

Ein FlipFlop - soviel dürfte den meisten bekannt sein - reagiert auf Impulsflanken an seinem Takt- (Clock-) Eingang. Dabei ändert sich der Ausgangszustand von H nach L oder umgekehrt. Ein FlipFlop ist demnach ein Speicherelement, das sich auch noch an den Taktimpuls „erinnert", wenn dieser längst wieder verschwunden ist.

Die Besonderheit eines J-K-FlipFlops: Die Speicherfunktion kann über zwei zusätzliche Eingänge gesteuert werden. Als Steuersignale dienen auch hier Spannungen, die L und H werden können, die Steuereingänge sind mit J und K bezeichnet. Sind J und K beide H, dann reagiert die Schaltung auf jeden Taktimpuls an ihrem Clock-Eingang; nichts besonderes also, denn das tut jedes gewöhnliche FlipFlop auch.

Sind J und K beide L, so bewirken die Taktimpulse überhaupt nichts; der gerade vorhandene Ausgangszustand des FlipFlops bleibt erhalten.

Wenn J auf H liegt, K auf L, dann bringt der erste Taktimpuls den Ausgang auf jeden Fall auf H. Weitere Taktimpulse bewirken nichts.

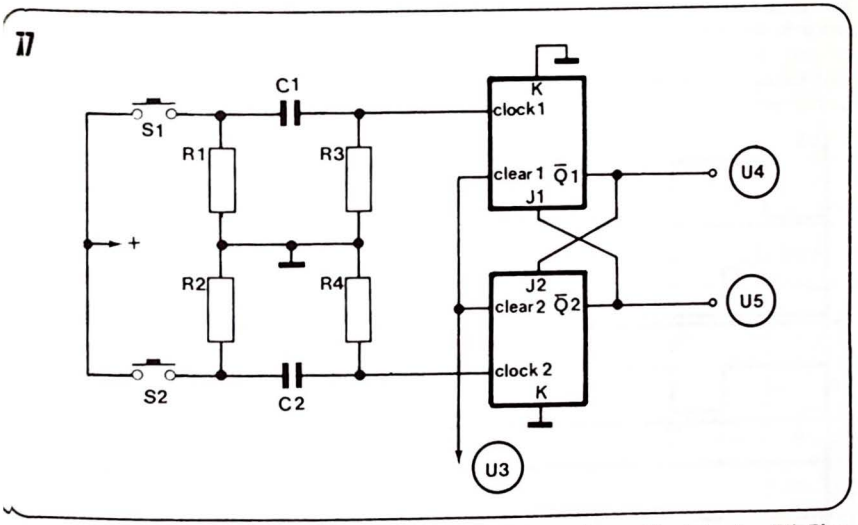


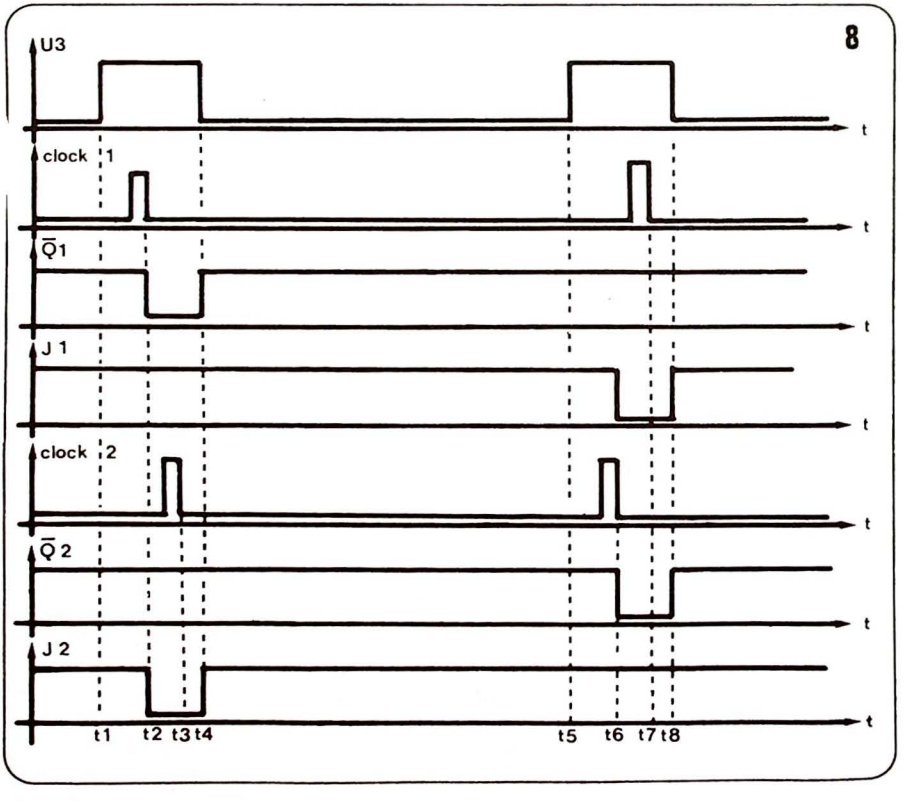
Bild 7. Die Schaltung des „Wer hat zuerst gedrückt?" - Detektors. Ein doppeltes FlipFlop speichert die „Adresse" des schnelleren Spielers. Eine wechselseitige Verriegelungsautomatik verhindert, daß der langsamere Spieler seinen Impuls zu seinem FlipFlop durchbringt.

Wie jedes ordentliche FlipFlop, hat auch das J-K einen Clear-Eingang, der beim Anlegen eines L-Signals den Inhalt des Speichers löscht, den Ausgang also auf L bringt.

Das in Bild 7 verwendete TTL-J-K-FlipFlop ist der Typ 7447, sein Takteingang reagiert auf negative Impulsflanken, das sind Übergänge von H nach L. Zu bemerken ist noch, daß außer dem „Haupt"-Ausgang Q noch ein zweiter Ausgang $\bar{Q}$ vorhanden ist, der immer

den zum Q-Signal invertierten logischen Zustand aufweist.
Mit diesem Wissen ausgerüstet, kann die Schaltung in Bild 7 analysiert werden. Die Grafik Bild 8 erleichert das Verständnis der Funktionsabläufe.
Im Ruhezustand (damit ist die Zeitspanne zwischen zwei Lichtblitzen der Start-LED gemeint) liegt an den beiden Clear-Eingängen der FlipFlops ein L-Signal, es kommt vom Ausgang des Impulsgenerators, der in dieser Zeit L ist. Das Clear-Signal bringt beide Bausteine in den Ruhezustand, der durch ein L an den normalen (Q-) Ausgängen gekennzeichnet ist. An dieser Stelle ist etwas sehr Wichtiges zu beachten: Die Schaltung in Bild 7 verwendet nicht die Q-Ausgänge, sondern die $\overline{Q}$-Ausgänge mit den invertierten Signalen; die Spannungen U4 und U5 sind im Ruhezustand demnach H.
Die beiden Spieler geben mit ihren Tastern Steuersignale auf die zwei Takt – Eingänge der FlipFlops. Im Ruhezustand liegen diese Eingänge über die Widerstände R3 und R4 auf Masse und sind somit L.
Wird nun z.B. der obere Taster S1 gedrückt,

Bild 8. Impulsdiagramm zur Erläuterung der Funktionsweise des doppelten J-K-Flipflops.



liegt der linke Belag des Kondensators C1 ötzlich auf Speisespannung. Der Konden-toor überträgt diesen Spannungssprung, aber nlik des geringen Kapazitätswertes wird die chhte Seite des Kondensators nur sehr kurz-itig L, auch wenn der Tasterkontakt län-r geschlossen bleibt.

e Kondensatormimik bewirkt demnach, aß auf den Takteingang ein schmaler Impuls elangt, wenn der Taster gedrückt wird. Aber: olange die Start-LED aus ist, bewirkt ein lcher Impuls gar nichts, denn der Clear-ingang ist L, und dieser Eingang hat Vor-ang vor allen anderen Funktionen. Einer der alschspielertricks, nämlich den Taster etwas zu früh" zu drücken, funktioniert deshalb ichht.

ie aus dem Schaltbild hervorgeht, liegen ie K-Eingänge auf L. Die J-Eingänge liegen berkreuz an dem Ausgang des anderen -KK-FlipFlops, führen also im Ruhezustand benfalls das H-Signal, da die $\overline{Q}$-Ausgänge H nd. Es besteht demnach Bereitschaft für aktimpulse, aber noch sind die Clear-Ein-ange L.

obbald die Start-LED aufleuchtet, geht das ggnal U3 auf H. Damit fällt die Clear-Bedin-ung fort und die FlipFlops sind freigegeben r Taktimpulse. Es sei angenommen, daß r Taster S1 zuerst gedrückt wird, wie es ch in der zweiten „Zeile" von Bild 8 einge-ichnet ist. Sobald der Tasterkontakt hließt, erscheint am Takteingang des obe-n FlipFlops ein schmaler positiver Impuls. a der Baustein auf negative Impulsflanken agiert, passiert erst gegen Ende der Impuls-uer etwas. Dieses „Etwas" ist natürlich das ippen des FlipFlops, die Spannung U4 geht f L.

amit wird auch der J-Eingang des unteren lipFlops L. Beide Steuereingänge J und K s unteren Bausteins sind nun L, so daß der aktimpuls, den der langsamere Spieler jetzt och auslöst, nichts mehr bewirkt, das unte-FlipFlop ist mit J=L und K=L vollständig s dem Verkehr gezogen.

Aus dem beschriebenen Verhalten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Nur der Spieler, der zuerst drückt, kann sein FlipFlop aktivieren.
2. Dank der Voreinstellung mit den J- und K-Eingängen kann auch das aktivierte FlipFlop nur einmal reagieren, nämlich auf den ersten Taktimpuls. Besondere Maßnahmen zur Unterdrückung des Kontaktprellens in den Tastern sind deshalb nicht erforderlich.

Kontaktprellen - das ist die unangenehme Erscheinung bei Tastern und Schaltern, daß der Kontakt nach dem ersten Schließen wieder öffnet, schließt usw., bevor er sich dazu bequemt, endgültig Kontakt zu machen. Jede Kontaktgabe beim Prellen ist aber ein Impuls, und zahlreiche Schaltungen können ohne eine elektronische Entprellung nicht arbeiten. Dank der hier vorliegenden speziellen Schaltung mit den J-K-Eingängen ist eine Entprellung nicht erforderlich.

Wenn die Start-LED verlöscht, dann wird das Signal U3 wieder L, über die Clear-Eingänge erfolgt das Rücksetzen der FlipFlops in den Ruhezustand, die $\overline{Q}$-Ausgänge gehen auf H.

Die Funktion dieses „Detektors", kurz zusammengefaßt: Der Spieler, der nach dem Aufleuchten der Start-LED zuerst seinen Taster betätigt, erzeugt am Ausgang „seines" FlipFlops einen negativen Impuls. Das FlipFlop des anderen Spielers bleibt in Ruhe.

VOR/RÜCKWÄRTS – ZÄHLER UND DER BCD/DEZIMAL – DEKODER

Diese Schaltungen werden von zwei TTL-ICs gebildet. Die Anzeige, das „elektronische Tau", wird in diesem Abschnitt gleich mit behandelt, weil sie praktisch ein integraler Bestandteil des Dekoders ist.

Der Vor/Rückwärts-Zähler besteht aus dem bereits besprochenen SN 74193, dessen Count-Eingänge von den Ausgängen der beiden J-K-FlipFlops gesteuert werden.

Der Clear-Eingang des Zählers liegt fest an Masse, also auf L, denn L bedeutet bei die-

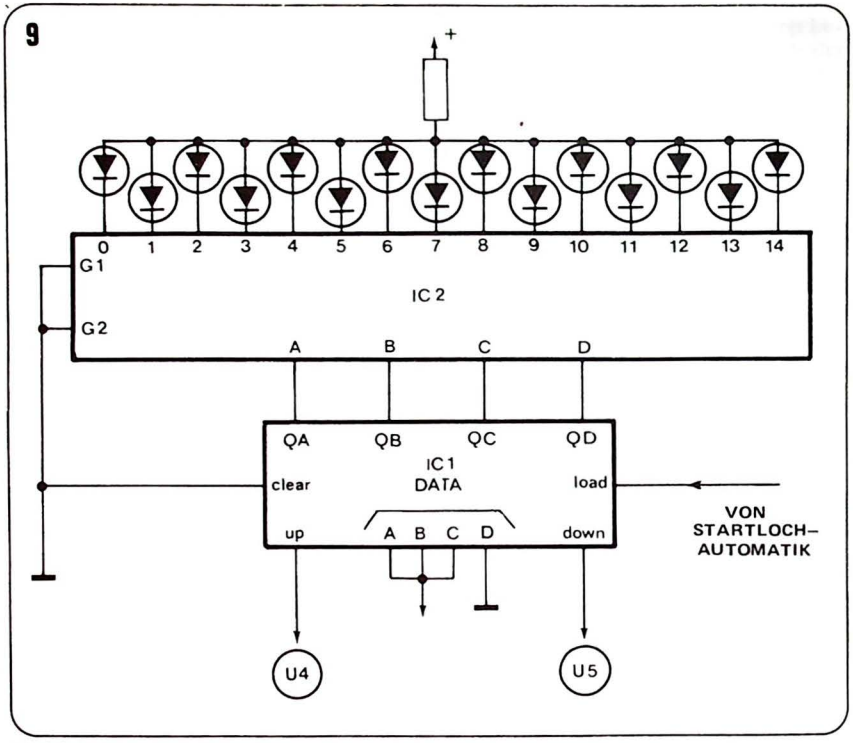


Bild 9. Zähler, Dekoder und Anzeige. In Abhängigkeit von den logischen Zuständen an den Zählerausgängen QA bis QD wird einer der 15 Dekoderausgänge logisch L, so daß die an diesem Ausgang angeschlossene LED leuchtet. Die 15 LEDs bilden das elektronische „Tau".

sem IC, daß der Clear-Eingang außer Funktion ist. Die Clear-Funktion wird nicht benötigt. Dagegen sind die vier Data-Eingänge auf eine bestimmte Ziffer eingestellt.

Um dahinter zu kommen, welche Ziffer dies ist, muß zunächst der Dekoder betrachtet werden.

Zur Erläuterung der Funktionsweise dieses Riesen-ICs mit seinen 24 Anschlußpins dient die Grafik Bild 10. Das SN 74154 (so heißt der Dekoder-Baustein) hat vier Eingänge und sechzehn Ausgänge.

An den Eingängen liegt die digitale Information für die Ziffern 0 bis 15 im erweiterten BCD-Code an. Der obere Teil der Grafik zeigt die Zuordnung zwischen den Ziffern 0 bis 14 und den H- und L-Zuständen an den vier (Q-) Eingängen des Dekoders. Es fehlt in der Tabelle die Spalte 15 mit der Kombination H – H – H – H, dieser Zustand tritt im elektronischen Tauziehen nicht auf, er wird absichtlich vermieden.

Die Ausgänge des Dekoder-ICs sind im nichtaktivierten Zustand H. Kommt an die Q-Ein-

gänge die Information für die Ziffer 11, so geht Ausgang 11 des Dekoders auf L, die übrigen bleiben auf H.

Die 15 LEDs liegen, wie Bild 9 zeigt, unmittelbar an den Dekoder-Ausgängen. Ein gemeinsamer Strombegrenzungswiderstand verbindet die Anoden mit dem Pluspol der Speisespannung.

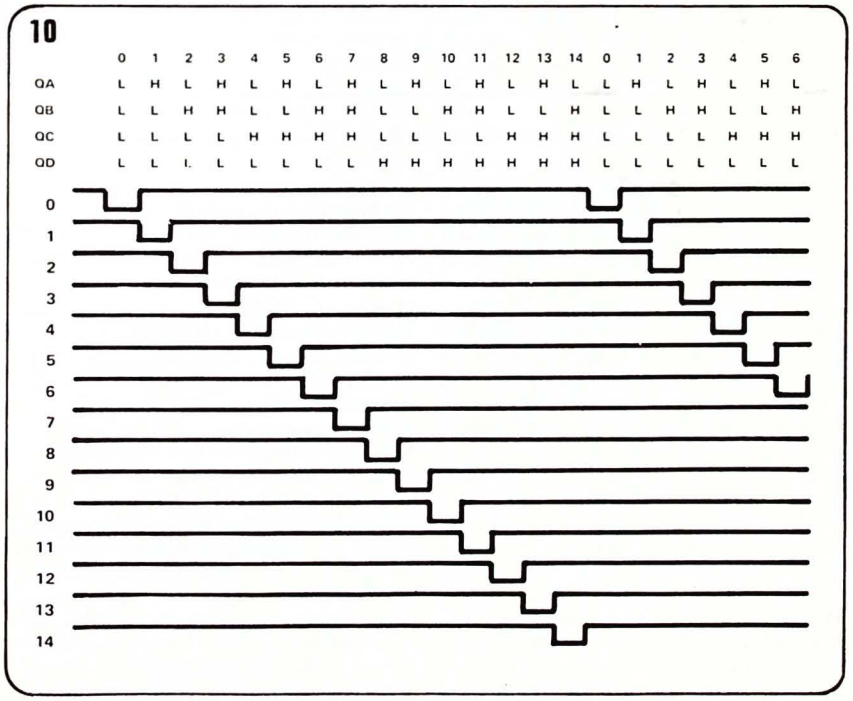
In obigem Beispiel leuchtet die LED am Ausgang 11, der Strom fließt vom Pluspol über den Widerstand, LED 11 zum Ausgang 11, der L ist und somit auf etwa Massepotential liegt.

Die Anzeige besteht aus 15 LEDs, die in einer Reihe angeordnet sind. Beim Start leuchtet die mittlere LED, sie trägt die Nummer 7. Demnach muß zu Beginn des Spiels der Dekoderausgang für die Ziffer 7 auf L liegen, an den vier Eingängen der BCD-Code für die Ziffer 7.

Dafür sorgt der Zähler-Baustein über seine Data-Eingänge. Diese Eingänge werden deshalb auf die Ziffer 7 programmiert, dies geschieht, indem A, B und C fest auf H gelegt werden, Eingang D auf L.

Beim Starten entsteht eine Verbindung zwischen dem Load-Eingang und Masse. Der Load-Eingang erhält damit ein L-Signal und

Bild 10. Übersicht zur Funktion des integrierten Dekoders SN 74154. Von den Eingangssignalen an QA...QD hängt es ab, welcher Dekoderausgang logisch L ist und seine LED steuert.



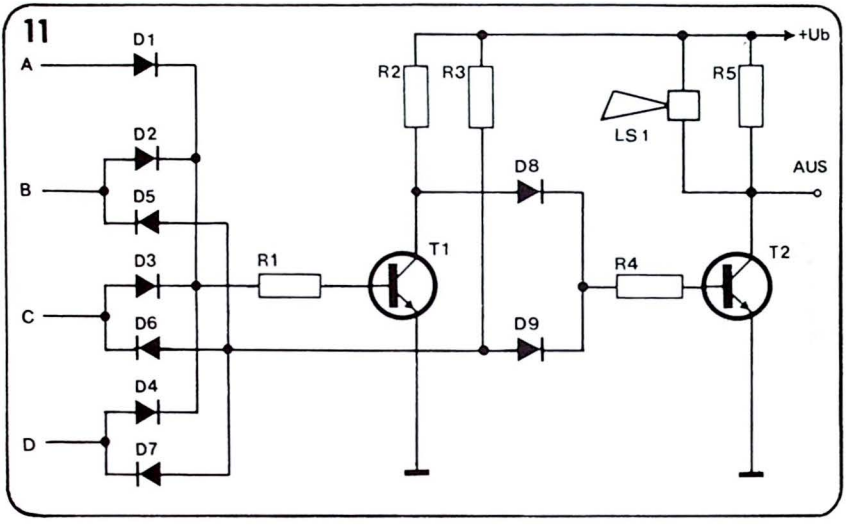


Bild 11. Die Spielende - Schaltung aktiviert einen Summer und stoppt den Impulsgenerator.

sorgt dafür, daß die Informationen an den Data-Eingängen in den Speicher des Zählers eingelesen werden. Der BCD-Code für die Ziffer 7 erscheint gleichzeitig an den Zählerausgängen, so daß der Dekoder sofort die LED 7 steuern kann.

Damit dürften alle Funktionen im elektronischen Würfel klar sein. Jedesmal, wenn die Start-LED aufleuchtet, bringt der Spieler mit der besseren Reaktion sein FlipFlop zum Kippen. Der Zähler erhält einen Zählimpuls auf den Count Up- oder den Count Down-Eingang, je nach dem, welches FlipFlop gekippt wurde. Der Zählerinhalt erhöht sich oder verringert sich um eine Einheit. Ist es der erste Zählimpuls nach dem Start, so geht der Zählerinhalt (und damit die LED-Nr.) von 7 nach 6 oder von 7 nach 8. Wer siebenmal schneller ist als sein Gegenspieler, hat den „Knoten" im elektronischen Tau über den imaginären Strich gezogen (die äußere LED auf seiner Seite leuchtet); er hat das Spiel gewonnen.

Die beiden mit G1 und G2 bezeichneten Eingänge des Dekoders sind Steuereingänge, sie werden hier nicht benötigt und sind „kaltgestellt", indem sie an Masse liegen.

DIE SPIELENDE – ANZEIGE

Bild 11 zeigt diesen letzten Funktionsblock des Gerätes, es dürfte wohl der mit der höchsten Komplexität sein.

Wenn einer der beiden Spieler gewonnen hat (LED 1 oder LED 15 leuchtet), dann muß diese Schaltung ein Signal erzeugen, das den eingebauten Summer steuert; außerdem soll der Impulsgenerator gestoppt werden. Deshalb ist einer der beiden Blockiereingänge in Bild 5 mit dem Ausgang der Spielende-Schaltung verbunden. Wer sich nicht an diese Funktion erinnert: Bei L an einem Blockiereingang stoppt der Generator.

Damit ist eine der Forderungen an die Spiel-

ende-Schaltung klar. Wenn LED 1 oder LED 15 leuchtet, muß der Ausgang der Schaltung L werden.
Wie läßt sich feststellen, ob die betreffenden LEDs leuchten? Im Prinzip ist dies ein Koinzidenzproblem. Die LEDs leuchten dann, wenn an den Ausgängen des Vor/Rückwärts-Zählers eine bestimmte Kombination aus L- und H-Signalen vorliegt. Entspricht die vorhandene Kombination dem Code für die Ziffer 1 oder die Ziffer 15, dann weiß man: Es ist soweit.
Die Spielende-Schaltung wird demnach von den Zählerausgängen gesteuert.
Zunächst eine Vorbemerkung, um mögliche Mißverständnisse zu vermeiden: LED 1 liegt an dem mit 0 bezeichneten Ausgang des Dekoders, LED 15 am Ausgang 14. Will man herausfinden, welche Zustandskombination an den Ausgängen die LED 14 zum Leuchten bringt, so muß man in Bild 10 nachsehen, wie die Kombination lautet, die den Dekoderausgang 14 auf L bringt.
Bei der LED 1 ist an den Zählerausgängen der Zustand L – L – L – L zu finden. Eine solche Kombination ist leicht zu detektieren. Bild 11 zeigt ein logisches Gatter, das aus der Transistorstufe T1 und den vier Dioden D1, D2, D3 und D4 besteht. Der Transistor hat die Aufgabe eines Schalters, der das Signal invertiert. Wird die Basis mit einem H-Signal gesteuert, so leitet der Transistor und die Spannung am Kollektor wird Null (L). Wenn LED 1 leuchtet, sind alle vier Eingänge des Gatters L, die vier Dioden sperren, in die Basis von T1 fließt kein Strom. Der Transistor sperrt, sein Kollektor liegt auf H. Diese Spannung steuert über Diode D8 und Widerstand R4 einen Strom in die Basis des zweiten Transistors, so daß dieser in den Leitzustand geht. Am Kollektor dieser Stufe steht praktisch keine Spannung, hier steht ein L-Signal. Dies war eine Bedingung: Beim Leuchten der LED 1 muß die Schaltung ein L-Signal abgeben, um über einen Blockiereingang den Impulsgenerator zu stoppen; das Spiel ist aus.
Den Summer in diese Schaltung einzubauen, ist überhaupt kein Problem. LS1 ist ein Typ, der mit einem geringen Gleichstrom betrieben wird. Er bildet mit dem Widerstand R5 eine Parallelschaltung, der resultierende Gesamtwiderstand liegt als Last im Kollektorkreis der Stufe T2; wenn T2 leitet, tönt der Summer.
Nun aber zum anderen möglichen Spielende, wenn LED 15 leuchtet. Bild 11 zeigt für diesen Fall folgende L/H-Kombination an den Zählerausgängen:

A = L, B = H, C = H, D = H

Die Dioden D5, D6 und D7 liegen an den Zählerausgängen B, C und D. Die Anodenanschlüsse dieser drei Halbleiter sind parallelgeschaltet und liegen über Widerstand R3 an der positiven Speisespannung. Wenn die drei Steuersignale alle H sind, sperren die Dioden. Über Widerstand R3, Diode D9 und Wider-

Vorschau:
auf das nächste Heft

- INFRA-ROT *Schalten auf Abstand*
- Zener-Tester
- H.E.L.P. *Handlicher Edukativer Labor Print*
- Löten *mit dem richtigen Material*

stand R4 fließt Steuerstrom in die Basis von T2, so daß dieser leitet; der Summer tut's und das L-Signal am Kollektor des leitenden T2 blockiert den Impulsgenerator.
Schön wär's, aber ganz so einfach ist es leider nicht. Es ist nämlich zu untersuchen, ob nicht auch eine der übrigen Zustandskombinationen (für LED 2 bis LED 14) die Spielende-Schaltung aktiviert. Als Beispiel wird der Fall „LED 10 leuchtet" betrachtet. An den Zählerausgängen steht die Kombination für die Ziffer 9:

A = H, B = L, C = L, D = H

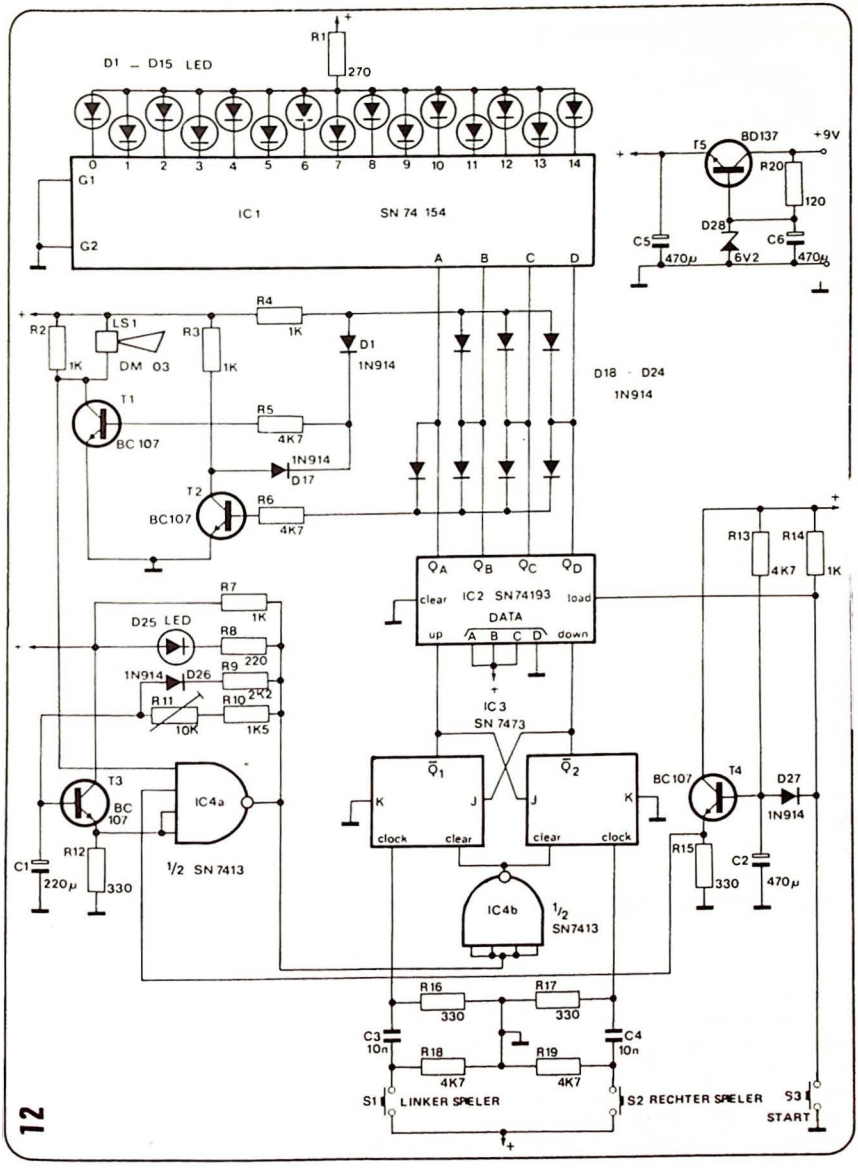
Da Ausgang A auf H liegt, leitet der erste Transistor der Schaltung in Bild 11. Die Diode D1 leitet nämlich, so daß über Widerstand R1 Strom in die Basis von T1 fließt. Da bei leitendem Transistor seine Kollektorspannung sehr niedrig ist, wird die zweite Stufe T2 nicht gesteuert.
Da der Zählerausgang B in der angenommenen Situation auf L liegt, ist auch die Spannung am Knotenpunkt der Dioden D5, D6 und D7 niedrig. Denn: D5 leitet, so daß der untere Anschluß von Widerstand R3 über diese leitende Diode an der niedrigen Spannung des Ausgangs B liegt.
Transistor T2 kann demnach auch nicht über D9 in den Leitzustand kommen. Die Spannung an seinem Kollektor ist H, eine Situation, auf die der betreffende Blockiereingang des Impulsgenerators nicht reagiert, auch der Summer schweigt.
Wer den Mut dazu hat, kann alle anderen Zustandskombinationen an den Zählerausgängen untersuchen; er wird feststellen, daß der Transistor T2 in Bild 11 nur leitet, wenn die LED 1 oder die LED 15 leuchtet.
Damit ist die Spielende-Schaltung in jeder Hinsicht O.K.

DAS GESAMTSCHALTBILD

Wer die in Bild 12 angegebene Gesamtschaltung des elektronischen Tauziehens unvorbereitet sieht, dürfte nur wenig davon begreifen. Glücklicherweise lassen sich, wie geschehen, solche komplexen Digitalschaltungen immer in einzelne Funktionsblöcke zerlegen, die getrennt betrachtet werden können.
Das Einzige, was noch zu besprechen ist, betrifft die Stromversorgung des Gerätes. Das Gesamtschaltbild zeigt sie rechts oben. Als Gleichspannungsquelle dient eine 9 Volt-Netzsteckerspeisung, wie sie z.B. für Kleinrechner angeboten werden.
Da die TTL-ICs mit 5 Volt gespeist werden, setzt eine einfache Stabilisatorschaltung die Spannung entsprechend herab. Transistor T5 ist als Emitterfolger geschaltet, seine Basis ist mit einer 6,2 Volt-Zenerdiode auf eben diese Spannung fest eingestellt. Am Emitter erscheint eine um ca. 0,7 Volt geringere, ausreichend stabile und gesiebte Spannung. Daß ihr Wert mit ca. 5,5 Volt um 10 % über der offiziellen TTL-Speisespannung liegt, stört die ICs weiter nicht.

BAUHINWEISE

Bild 13 und 14 zeigen Layout und Bestükkungsplan des Prints für das elektronische Tauziehen. Alle Bauteile einschließlich der beiden Spieltasten (falls man sie nicht über Kabel anschließen will), haben auf dem Print Platz.
Eine Vorbemerkung zur Bestückung: Die Lötaugen für die 15 Anreih-LEDs des Taus haben keine Bohrungen. Dies ist kein Konstruktionsfehler, sondern Absicht, weil die LEDs auf der Kupferseite angelötet werden.
Der Print benötigt 11 (!) Drahtbrücken, mit denen die Bestückung beginnen sollte. Es schließen sich an, möglichst in dieser Reihenfolge: die 6 Lötstifte, IC-Fassungen, Widerstände, Dioden, Transistoren und Kondensatoren. Einige spezielle Bauelemente verdienen spezielle Aufmerksamkeit. So benötigt der Transistor in der Stromversorgung einen kleinen Kühlstern. Der Summer paßt auch


D1 – D15 LED
R1
270
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
G1
G2
IC1 SN 74 154
A B C D
T5 BD137
+9V
R20
120
D28
C5
470µ
6V2
C6
470µ
R2
1K
LS1
DM 03
R3
1K
R4
1K
D1
1N914
D18 – D24
1N914
T1
BC 107
R5
4K7
1N914
D17
T2
BC107
R6
4K7
R13
4K7
R14
1K
QA QB QC QD
clear
IC2 SN74193
load
DATA
up
A B C D
down
R7
1K
D25 LED
R8
220
1N914
D26
R9
2K2
R11
10K
R10
1K5
IC3
SN 7473
T3
BC 107
IC4a
1/2 SN7413
C1
220µ
R12
330
Q̄1
K
J
clock
clear
Q̄2
J
K
clear
clock
BC107
T4
D27
1N914
R15
330
C2
470µ
IC4b
1/2
SN7413
R16
330
R17
330
C3
10n
C4
10n
R18
4K7
R19
4K7
S1 LINKER SPELER
S2 RECHTER SPELER
S3
START
12

Stückliste

WIDERSTÄNDE, 1/4 WATT

R1	= 270 Ohm
R2, R3, R4	
R7, R14	= 1 k-Ohm
R5, R6,	
R13, R18,	
R19	= 4,7 k-Ohm
R8	= 220 Ohm
R9	= 2,2 k-Ohm
R10	= 1,5 k-Ohm
R11	= 10 k-Ohm, Trimmer, liegend
R12, R15	
R16, R17	= 330 Ohm
R20	= 120 Ohm

KONDENSATOREN

C1	= 220 µF, 16...40 V, Print
C2, C5, C6	= 470 µF, 16...40 V, Print
C3, C4	= 10 nF, MKM

HALBLEITER

D1, D15	= LED, rot, 2,5 x 5 mm
D2, D8, D14	= LED, gelb, 2,5 x 5 mm
D3, D4, D5, D6, D7, D9, D10, D11, D12, D13	= LED, grün, 2,5 x 5 mm
D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D26, D27	= 1 N 914, 1 N 4148
D25	= LED, rot, 5 mm ϕ
D28	= Z-Diode 6,2 V, 400 mW
T1, T2, T3, T4	= BC 107
T5	= BD 137
IC1	= SN 74154
IC2	= SN 74193
IC3	= SN 7473
IC4	= SN 7413

(D1 bis D15 = Anreihtypen)

SONSTIGES

S1, S2	= Taster, 1 x EIN, zum Halten in der Hand
S3	= Taster, 1 x EIN
LS1	= Monacor-Summer, Typ DM-03 oder Monacor-Ersatztyp
1	x Gehäuse Teko P/3
1	x Kühlwinkel für TO-126
6	x Lötstifte RTM
4	x Steckschuhe RF
2	x IC-Fassung 14pol.
1	x IC-Fassung 16pol.
1	x IC-Fassung 24pol.
4	x Abstandsröhrchen 10 mm
3	x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M3 x 10
4	x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M3 x 20
7	x Muttern M3
1	x Netzstecker-Stromvers. 9V/250 mA

auf den Print, seine beiden Anschlußdrähte werden zu den vorgesehenen Printstellen geführt; dabei ist zu beachten, daß der rote Draht an die mit „+" gekennzeichnete Printstelle kommt! Der Start-Taster wird wie die 15 Anreih-LEDs, der Trimmer für die Blinkgeschwindigkeit und die Start-LED, auf die Kupferseite des Prints montiert. Zwei kurze Drahtstücke verbinden die Tasteranschlüsse mit dem Print, wie es auf den Fotos zu sehen ist. Der Trimmer muß vorsichtig eingelötet werden, also mit feiner Kolbenspitze arbeiten und das Bauteil nicht zu heiß werden lassen.

Die 15 Anreih-LEDs sollen nachher möglichst sauber fluchten. Deshalb legt man sie am besten vor dem Einlöten „trocken" nebeneinander, und zwar sind die Nummern 1

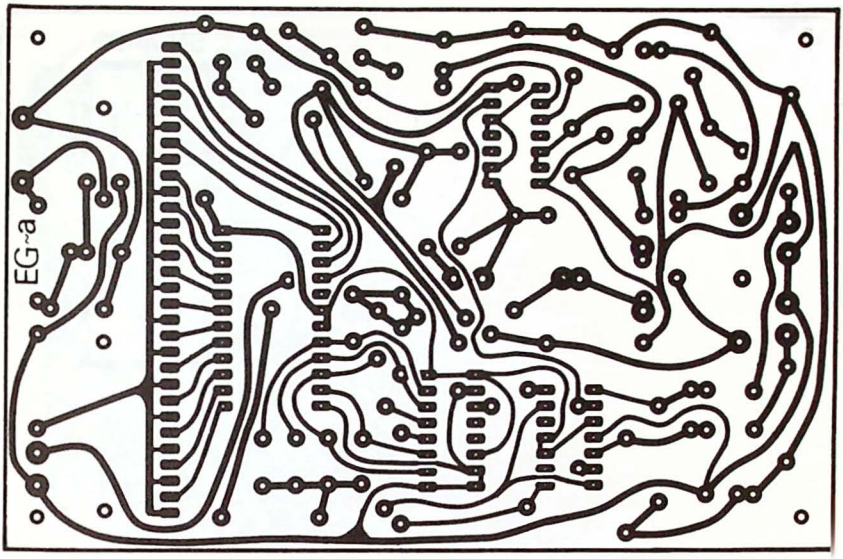
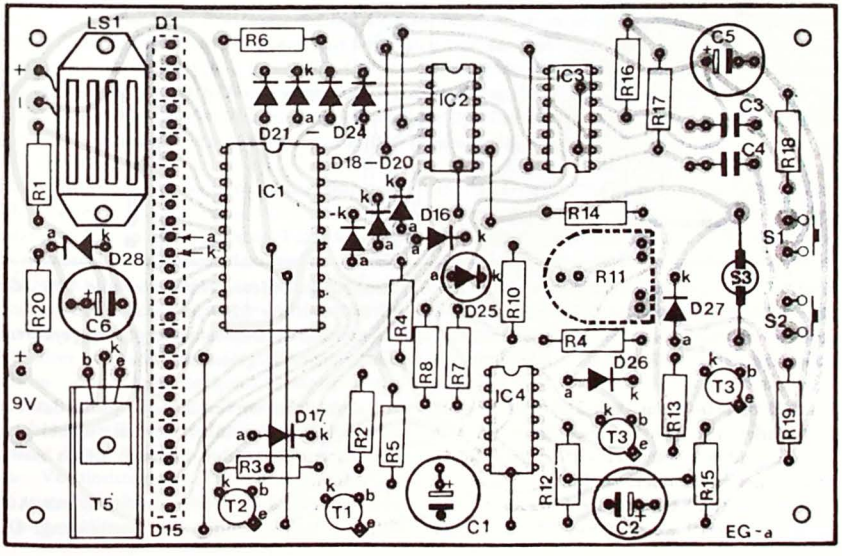


Bild 13, Bild 14. Printlayout und Bestückungsplan zeigen: Alle Bauteile sind auf dem Print.



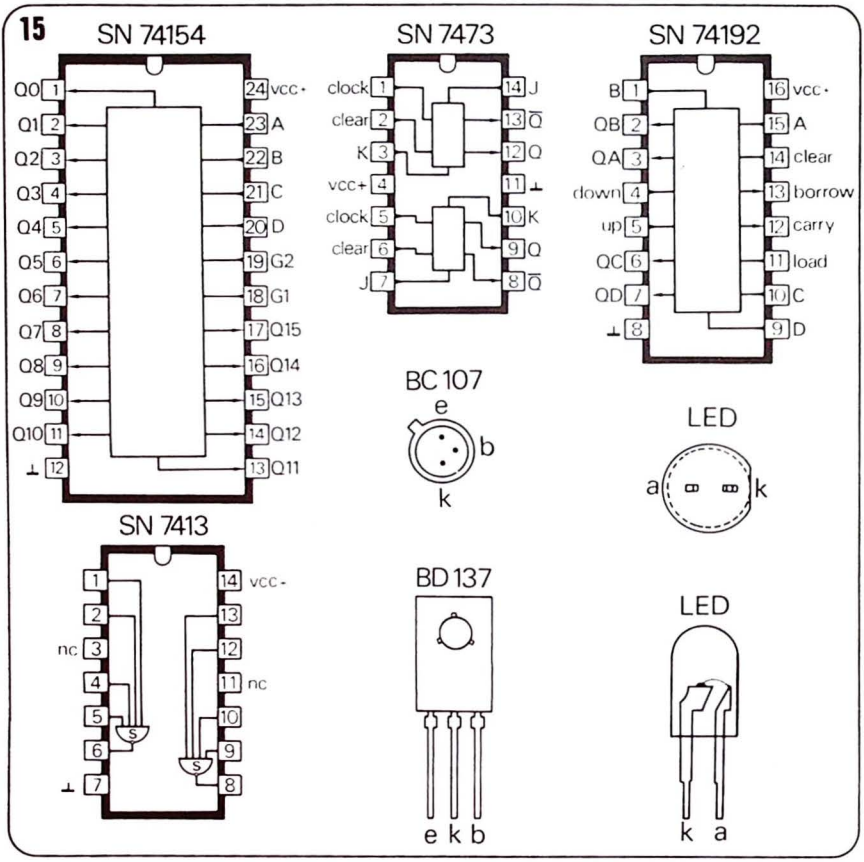
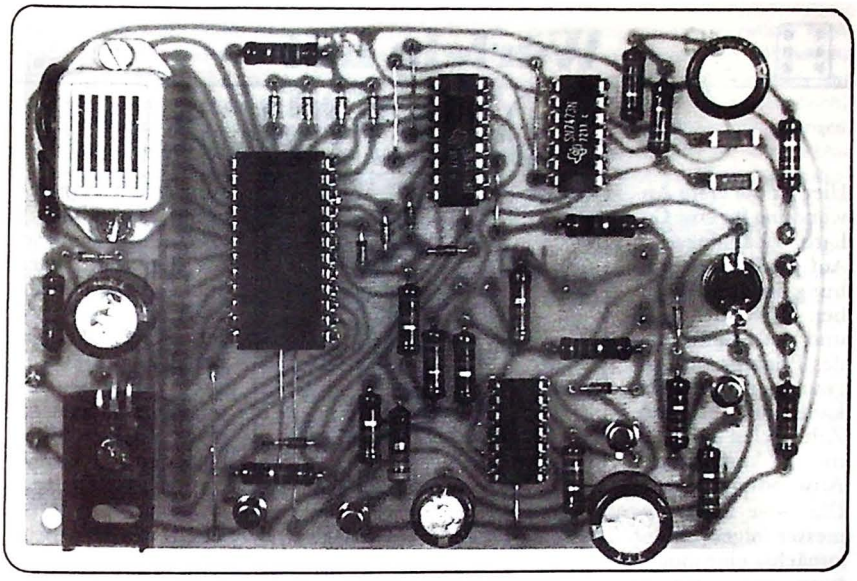


Bild 15. Die Anschlußbelegungen der in der Schaltung verwendeten Halbleiter und TTL-ICs. Alle ICs sind in der Draufsicht dargestellt, der BC 107 und die LED in der Ansicht von unten, der BD 137 aber wieder von oben. Das entspricht einer inzwischen sehr gut eingeführten Standardisierung, die natürlich sehr sinnvoll ist und der sich P.E. gerne anschließt.

und 15 rot, die Nummern 2, 8 und 14 gelb, alle anderen grün. Auf richtige Lage von Anode und Kathode achten! Liegen alle 15 sauber nebeneinander, so können sie mit je einem Streifen Klebeband auf beiden platten Seiten „fixiert" werden. Sind die Lötaugen auf dem Print vorverzinnt, so kann das Tau relativ leicht angelötet werden, wobei man am besten die beiden äußeren LEDs zuerst drannimmt.

Mit der Start-LED, einer runden 5 mm-Ausführung in rot, endet die Bestückung. Die



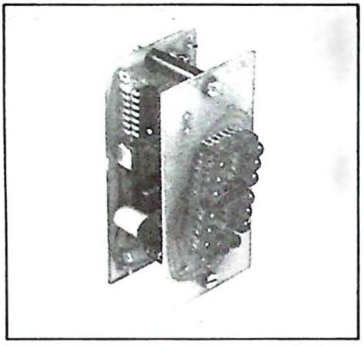
Zum Foto oben. Das Printmaterial für die Laboraufbauten ist so dünn, daß man bei geeigneter Be- und Durchleuchtung die Kupferbahnen auf der Rückseite durchscheinen sieht; wie die Straßen in einer Stadt die Gebäude, so verbinden die Kupferleitungen die Bauelemente. Mit Ausnahme der Gleichspannungsquelle zur Speisung der Schaltung (eine Netzsteckerspeisung 9 V/250 mA oder 300 mA) und der beiden Spieltaster ist alles auf dem Print, die LED-Zeile, die Start-LED, der Starttaster und der Trimmer jedoch auf der Kupferseite.

Einbauhöhe richtet sich nach der Höhe der LED-Zeile.
Sind die ICs in der richtigen Lage auf ihre Fassungen gesetzt, kann der Print in ein Gehäuse eingebaut werden. Im Labor-Prototyp und in der Stückliste wurde ein bestimmter Gehäusetyp verwendet bzw. vorgesehen. Es gibt aber noch viel meht Gestaltungsmöglichkeiten. Zur „spielerischen" Gestaltung der Frontplatte kann man Symbole, wie etwa die beiden stilisierten Tauzieher auf dem Titelbild dieser Ausgabe aufmalen usw.
Zur Verbindung von Print und Frontplatte können Schrauben, Muttern und Abstandsröhrchen dienen.

In das Gehäuse sind drei Bohrungen einzubringen, und zwar zwei für die Kabel zu den Spieltastern und eine für das Kabel der Netzstecker-Speisung, letztere am besten hinten.

Wie man die Taster ausführt, hängt davon ab, was man will und was man an geeigneten Typen bekommt. Im harten Messebetrieb hat sich bei der Vorführung gezeigt, daß ausgesprochene Billigtypen sich nicht eignen, weil sie nach erstaunlich kurzer Zeit Kontakt-Verschleißerscheinungen zeigen.

Würfeln mit GOLIATH



Hier ist die erste Anwendung für eine Goliath – Zähldekade. Auf die Baubeschreibung in den Ausgaben 2/78 und 3/78 und die Erläuterung des Prinzips zur Programmierung der Dekaden auf bestimmte Zählzyklen könnten nun so komplizierte Anwendungen wie: Uhr oder Frequenzmesser folgen. Sinnvoller schien es aber, zunächst eine möglichst einfache Schaltung, sozusagen zur Einführung, zu bringen. Ein elektronischer Würfel ist zwar längst nicht mehr originell, zumal P.E. bereits einen einschlägigen Schaltungsvorschlag veröffentlicht hat (Heft 1/76). In der „Goliath"-Ausführung erhält man aber einen „Großbild" – Würfel, der dank seiner digitalen Augenzahl – Anzeige sicher auch einen besonderen Reiz hat. Die Schaltung selbst ist auch nicht neu; bereits vor Jahren hat einer unserer Mitarbeiter in der Redaktion diese Schaltung in einer anderen, einschlägigen Zeitschrift veröffentlicht. Es war nur eine Anpassung erforderlich, die gut gelungen ist: Die Würfel – Elektronik befindet sich auf einem Print, der in seinen Abmessungen mit dem Displayprint des Goliath – Systems übereinstimmt. Der Zusammenbau der zwei Prints ist unkompliziert.

Elektronische Würfel können auf grundsätzlich unterschiedliche Weise aufgebaut und elektronisch konstruiert werden. Beim früher beschriebenen P.E.-Modell leuchtet eine von sechs Lampen, die in einer Reihe liegen. Bei einer naturgetreueren Version sind es sieben Lampen oder LEDs, die wie die Augen des echten Würfels auf einer quadratischen Fläche angeordnet sind. Schließlich gibt es Ausführungen, die über ein Siebensegment-Display die gewürfelte Augenzahl ausgeben. Ein Würfel mit Goliath-Anzeige gehört demnach in die letztgenannte Kategorie.

Der elektronische Aufbau dieses Würfeltyps erfordert keine komplizierten Überlegungen, sondern kommt durch geradliniges Denken zustande. Das Display mit integriertem Dekoder ist als Goliath-Anzeigeprint vorhanden. Fehlt nur noch ein Sechs-Zähler (Teiler 1:6), der von einem Generator Zählimpulse erhält. Mit einem Taster muß zum Würfeln die Verbindung zwischen Oszillator und Zähler hergestellt werden – fertig ist die Laube.

Allerdings gibt es eine kleine Schwierigkeit: Eine solche Schaltung zählt zwar bis sechs, aber in der Reihenfolge

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5

Für einen ordentlichen Würfel ist aber die Folge

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

erforderlich. Der Zähler muß demnach gezwungen werden, die 0 zu überspringen.

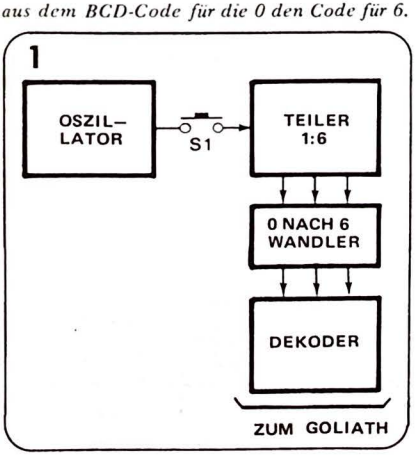
Hierfür sind zahlreiche komplizierte Lösungen erdacht worden. Das Besondere an der hier gewählten Lösung ist die Tatsache, daß der Zähler seinen gewohnten Zyklus 0...5 absolviert; die Ausgänge des Zählers gehen jedoch nicht unmittelbar zum Dekoder, sondern über einen zwischengeschalteten Codewandler. Dieser sorgt dafür, daß die Null als „6" angezeigt wird, indem er den BCD-Code für die 0 in den BCD-Code für die 6 umwandelt.

Dann stimmt alles andere. Der Zähler absolviert den normalen Zyklus 0...5, der Dekoder erhält an seinen Eingängen aber die BCD-Information für die Zahlen

6 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5

Da sich der zusätzliche Codewandler mit nur zwei Transistoren und drei Widerständen aufbauen läßt, ist der Goliath-Würfel eine insgesamt einfache und leicht nachbaubare Schaltung.

Bild 1. Blockschaltung des Goliath-Würfels. Ein Rechteckgenerator mit hoher Impulsfrequenz liefert bei geschlossenem Tasterkontakt S1 Impulse an einen als Teiler 1:6 geschalteten Zähler. Ein Codewandler macht aus dem BCD-Code für die 0 den Code für 6.



Die Blockschaltung in Bild 1 enthält nach diesen Erläuterungen keine Besonderheiten. Der Generator erzeugt ununterbrochen Impulse, die Impulsfrequenz ist relativ hoch. Bei geschlossenem Tasterkontakt S1 gelangen die Impulse auf den „Zähler bis sechs". Unterbricht man die Verbindung durch Loslassen des Tasters, so bleibt der Zähler beim gerade erreichten Zählerinhalt stehen. Welcher Zahl der Zählerinhalt entspricht, ist reiner Zufall; die Generatorfrequenz ist so hoch, daß man nicht „in Gedanken" mitzählen und den Zyklus an einer bestimmten Stelle stoppen kann.

Der an den Zählerausgängen angeschlossene Codewandler ist ein Kosmetikstudio für BCD-kodierte Ziffern; das Wesentliche der Eingangsinformationen bleibt erhalten und kommt unverändert heraus, lediglich bei der Eingangsinformation „Ziffer Null" erfolgt eine Korrektur: Heraus kommt der Code für „Ziffer Sechs".

Tabelle 1. Der bekannte BCD-Code für die Ziffern 0...9. In diesem Code wird auch der Speicherinhalt eines TTL-Zähler-ICs 7490 ausgegeben. Die Signale an den Zählerausgängen können gleichzeitig zum Reset des Zählers herangezogen werden (z.B. nach dem 6. Impuls, fett gedruckte Zeile).

1

ZÄHLER–AUSGANGSZUSTÄNDE

IMPULS	D1	C1	B1	A1
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	**L**	**Ⓗ**	**Ⓗ**	**L**
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

Der Dekoder formt in bekannter Weise die BCD-Informationen an seinen Eingängen zu Steuersignalen für die sieben LED-Reihen des Goliath-Displays um (S. Heft 2/78).
Für den Aufbau des Goliath-Würfels werden benötigt:

- ein Print, der die Schaltung nach Bild 1 aufnimmt;
- ein Displayprint, der die 7 x 3 = 21 (Anreih)-LEDs der Anzeige trägt;
- sieben Widerstände, die zwischen die Prints gelötet werden;
- einige Arbeitsstunden und etwas Phantasie beim Entwurf eines passendes Gehäuses. Es wird hier mit Absicht kein Gehäuse vorgeschlagen, um eine individuelle Ausführung anzuregen und weil die gängigen Gehäuse aufgrund der Abmessungen des Printgespanns sowieso nicht recht passen.

DER ZÄHLER BIS SECHS

Bild 2 zeigt die Schaltung des 6-Zählers, den man auch als Teiler 1:6 bezeichnen kann. Zu dieser Schaltung gibt es praktisch nichts mehr zu sagen, sie wurde in der letzten Folge der Goliath-Artikelreihe (Heft 5/78) ausführlich besprochen.
Tabelle 1 ist die Wahrheitstabelle des verwendeten Zähler-ICs 7490. Beim sechsten Zählimpuls werden die Zählerausgänge B und C logisch H. Diese Signale sorgen gemeinsam für den Reset des Zählers nach Null, d.h. alle vier Zählerausgänge werden wieder L.

DER CODEWANDLER

An den vier Zählerausgängen erscheint der BCD-Code für die Ziffern 0...5. Die Ziffern 1...5 sind in Ordnung, sie kommen auch beim normalen Würfel vor. Nur der Code für die Ziffer 0 ist ein Problemkind. Die BCD-Zustandskombination „L – L – L – L" an den Ausgängen des Zählers müssen umgewandelt werden zu der für die Ziffer 6 erforlichen Kombination „L – H – H – L".
Daraus folgt, daß nur die Signale an den Zählerausgängen B und C einer Bearbeitung bedürfen. Bild 3 zeigt das Prinzip. Zwischen den Ausgängen B und C des Zählers und den gleichnamigen Eingängen des Dekoders liegen zwei elektronische Schalter. Sie werden von einer Steuerschaltung bedient, die von den Zählerausgängen alle benötigten Informationen bekommt und somit weiß, wann der Zählerinhalt der Ziffer 0 entspricht. Dieser Zustand ist eindeutig durch folgende Signalkombination an den Zählerausgängen definiert:

$$A = B = C = L$$

Dank dieses einfachen Zusammenhangs kann auch die elektronische Bearbeitung dieser

Bild 2. Das Zähler-IC 7490, mittels Rückkopplungen als Teiler 1:6 programmiert.

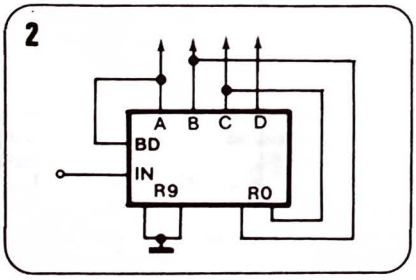
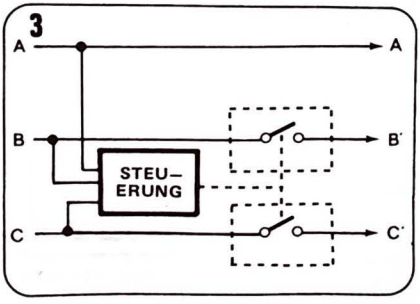


Bild 3. Der Codewandler für die Ziffer 6.



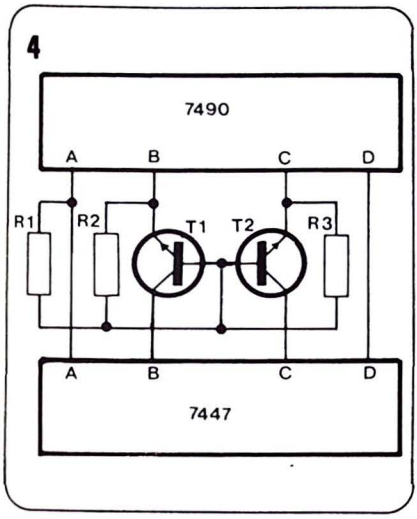


Bild 4. Die Schaltung des Codewandlers im Detail. Die elektronischen Schalter aus Bild 3 sind hier durch zwei Transistor-Schaltstufen T1 und T2 ersetzt.

BCD-Kombination einfach sein. Bild 4 zeigt, wie einfach.

Die Transistoren T1 und T2 bilden die elektronischen Schalter in der B- und C-Leitung. Der Steuerkreis besteht aus den drei Widerständen R1...R3, sie verbinden die Basisanschlüsse der drei Transistoren mit den Zählerausgängen A, B und C.

Wie funktioniert diese Schaltung?

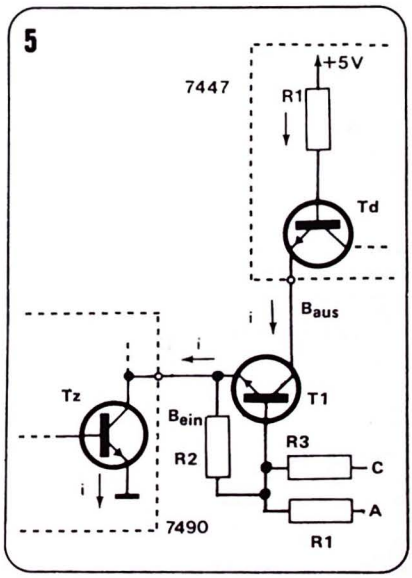
Wenn der BCD-Code für die Ziffer 0 an den Zählerausgängen erscheint, dann sind alle drei Signale L. Keiner der Transistoren erhält ein Steuersignal an seiner Basis, so daß beide Halbleiter sperren. Die B- und C-Ausgänge des Zählers sind in dieser Situation nicht mit den gleichnamigen Dekodereingängen verbunden.

Bei allen anderen BCD-Zustandskombinationen an den Zählerausgängen ist immer mindestens einer der Ausgänge H. Dies bedeutet, daß die drei Transistoren über einen oder mehrere Widerstände in den Leitzustand gesteuert werden. Dabei stellen sie die üblichen Verbindungen zwischen Zähler und Dekoder wieder her: Die Signale an den Ausgängen des Zähler-ICs und den Eingängen des Dekoder-ICs sind also identisch, mit der genannten Ausnahme beim Zählerinhalt für die Ziffer 0.

Bild 5 schließlich zeigt, welche Folgen es hat, wenn bei der 0 die Transistoren T1 und T2 sperren. In den gestrichelt gezeichneten Rahmen sind die Innenschaltungen des Zählers für den Ausgang B und des Dekoders für den Eingang B angedeutet.

Der Ausgang B des Zähler-ICs 7490 liegt am Kollektor des Ausgangstransistors Tz, dies ist eine häufig vorkommende Konstellation in

Bild 5. Diese Darstellung soll zeigen, daß der im Codewandler angewandte Trick 17 nur in TTL-Technologie funktioniert.



TTL-ICs. Der Eingang (B) des Dekoder-ICs 7447 ist nicht, wie man vermuten könnte, mit der Basis eines Transistors, sondern mit dem Emitter (Td) verbunden. Dies ist eine Art-typische und besonders bemerkenswerte Schaltungsart von ICs der TTL-Familie!
Bei dieser Schaltungsart fließt nicht Strom von einer außen angeschalteten Quelle in die Transistorstufe Td hinein, sondern der Eingangstransistor Td liefert einen Strom an die außen angeschlossene Schaltung, hier T1. Der Stromweg in Bild 5 ist durch vier Pfeile (i) kenntlich gemacht. Zunächst sei angenommen, daß T1 leitet und der B-Ausgang des Zählers L ist. Dann fließt der Strom i, und zwar von +5 Volt in das IC 7447, über R1 und Td (integrierte Bauelemente im IC), weiter über T1 und den im L-Zustand des Zählerausgangs leitenden Tz nach Masse. Das Signal, daß in dieser angenommenen Situation den Transistor T1 in den Leitzustand steuert, kommt von einem der Zählerausgänge A oder C, denn B ist ja L.
Was passiert, wenn T1 sperrt (bei der Null, denn dann sind die Ausgänge A, B und C alle L, T1 wird nicht gesteuert)?

Jetzt kann der Strom i nicht mehr vom Pluspol nach Masse fließen. Der Transistor Td im Dekodereingang sperrt; die weitere Innenschaltung im Dekodereingang interpretiert diesen Zustand als H-Signal.
Wenn T1 sperrt, so wird das L-Signal am Ausgang des Zählers zu einem H-Signal invertiert. T1 sperrt aber nur, wenn A, B und C gleichzeitig L sind, also beim Zählerinhalt für die Ziffer 0. Nicht nur das Signal B wird dann invertiert, sondern über eine identische Schaltung (T2 in Bild 4) auch das Signal C. Die doppelte Signalumkehrung macht aus dem Code für die 0 den Code für die 6.

Tabelle II.
Eine Übersicht, aus der die Schaltungsfunktion, insbesondere unter Berücksichtigung des Tricks mit dem Codewandler hervorgehen. Die linke Spalte zeigt die nacheinander auftretenden Zählerinhalte des SN 7490. Daneben steht der BCD-Code, der vom Zähler jeweils ausgegeben wird. Was an den Eingängen des Dekoder-ICs ankommt, ist nur in der ersten Zeile abweichend: Hierfür ist der Codewandler verantwortlich. Ganz rechts die angezeigte Ziffer. Die Zeile ganz unten zählt nicht mit: Sie wird beim Reset nach Null übersprungen.

II

ZÄHLERINHALT	AUSGÄNGE SN 7490				EINGÄNGE SN 7447				ANZEIGE
	D	C	B	A	D	C	B	A	
0	L	L	L	L	L	H	H	L	6
1	L	L	L	H	L	L	L	H	1
2	L	L	H	L	L	L	H	L	2
3	L	L	H	H	L	L	H	H	3
4	L	H	L	L	L	H	L	L	4
5	L	H	L	H	L	H	L	H	5
6	L	H	H	L	L	H	H	L	6

GESAMTSCHALTBILD DER GOLIATH – ERWEITERUNG „WÜRFEL"

In Bild 6 ist die Gesamtschaltung des Goliath-Siebensegment-Würfels dargestellt; lediglich die 21 Anreih-LEDs auf dem Display-Print sind nicht eingezeichnet.

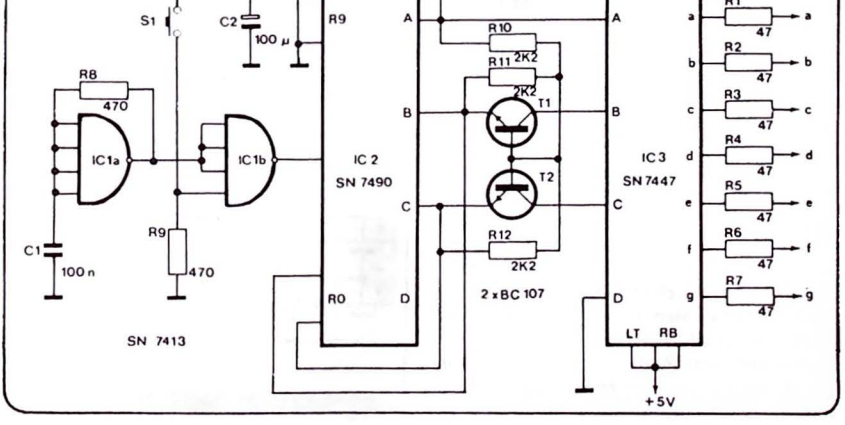
Der Oszillatorteil mit dem integrierten Schmitt-Trigger IC1a (1/2 7413) wurde nicht in seiner Funktion beschrieben, weil es sich hier um eine bereits mehrfach in P.E. verwendete Schaltung handelt.

Die Rechteckspannung, die am Ausgang des IC1a steht, gelangt über den zweiten, im IC1 enthaltenen Trigger (IC1b) zum Zähleingang des 7490. Solange der Taster S1 nicht betätigt wird, liegt der vierte Eingang des IC1b über R9 niederohmig an Masse, dieser Eingang ist demnach L. Der Trigger wirkt wie ein NAND-Gatter, so daß der Ausgang unabhängig vom Geschehen an den drei parallelgeschalteten Eingängen immer H ist. Erst beim Betätigen des Tasters wird der untere Eingang H und die Impulse vom Generator passieren das Gatter.

Die übrigen Teile der Schaltung erfordern kaum noch Erläuterung, da sich gegenüber den bereits besprochenen Teilschaltungen nichts geändert hat. Der D-Ausgang des Zählers ist nicht mit dem D-Eingang des Dekoders verbunden; aus der Wahrheitstabelle I ist zu ersehen, daß dieser Ausgang D in allen Phasen des Zählzyklus' 0...5 L ist. Somit kann der D-Eingang des Dekoders auf Dauer an Masse gelegt werden; der einzige triftige Grund für diese Maßnahme: Beim Entwerfen des Prints war die Verbindung nach Masse leichter zu realisieren als die Verbindung zwischen den D-Pins der beiden ICs.

Die sieben Widerstände R1...R7 steuern je eine, aus drei Anreih-LEDs bestehende LED Zeile des 38 mm-Goliath-LED-Displays.

Bild 6. Das Gesamtschaltbild der „Würfel"-Erweiterung zum Goliath-Display. Der Rechteckgenerator arbeitet in „klassischer" Weise mit einem integrierten Schmitt-Trigger. Das Tor-Gatter IC1b ist offen, wenn der Taster betätigt wird. Der Displayprint ist nicht eingezeichnet.



BAUHINWEISE

In Bild 9 und Bild 10 sind das Print-Layout und der Bestückungsplan für den Würfel-Zusatz zum Goliath angegeben.

Bezüglich der Bestückung des Display-Prints wird auf die Beschreibung in Heft 2/78 verwiesen. Die LED für den Dezimalpunkt sowie der Vorwiderstand dieser LED sind hier selbstverständlich nicht erforderlich.

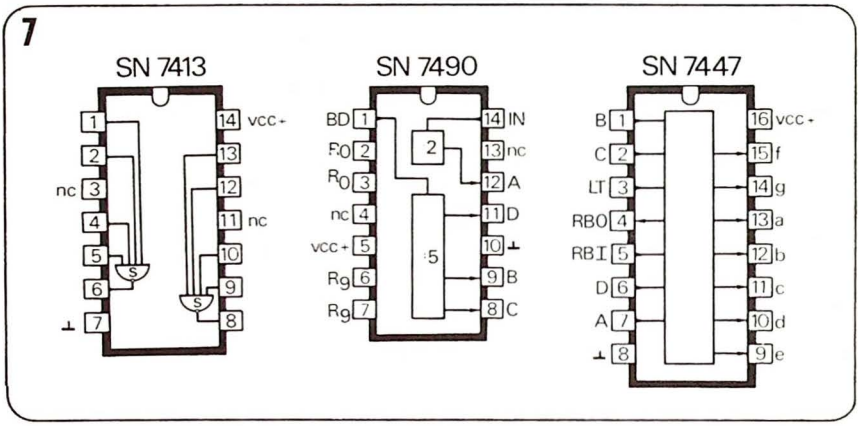


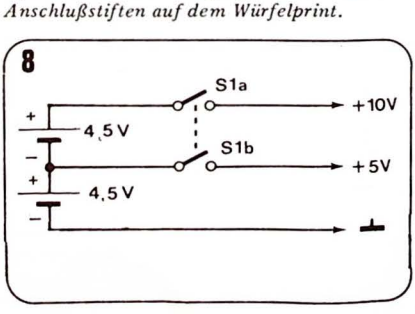
Bild 7. Die Anschlußbelegungen der drei in dieser Schaltung verwendeten TTL-ICs. Es wurde die für ICs übliche „Ansicht von oben" gewählt. Mit „nc" (not connected) sind freie Pins bezeichnet, die keine Verbindung zur Innenschaltung haben. Bei „+vcc" wird + 5 V angelegt.

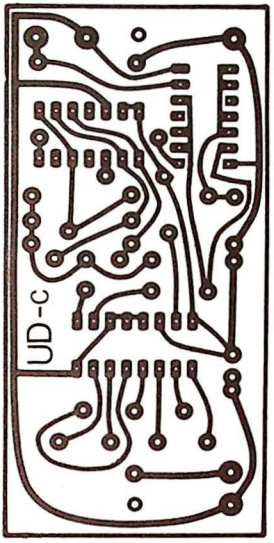
Die Bestückung beginnt man am besten mit den drei Drahtbrücken und den fünf Lötstiften. Das Einlöten der fünf liegend zu montierenden Widerstände, der zwei Transistoren und der beiden Kondensatoren dürfte nur fünf Minuten dauern. Beim Elko C2 ist auf richtige Polarität beim Einlöten zu achten.

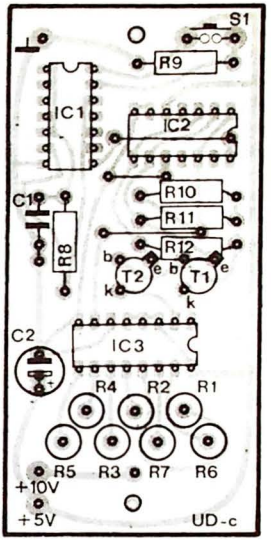
Die ICs können unmittelbar auf den Print kommen, jedoch geht man mehr und mehr dazu über, grundsätzlich alle ICs, auch die vergleichsweise unempfindlichen und billigen TTL-Typen auf Fassungen zu setzen.

Die sieben 47 Ω-Widerstände und eine Drahtbrücke bilden die elektrische Verbindung der beiden Prints. Man lötet Widerstände und Draht zunächst senkrecht auf einen der Prints, und zwar so, daß der Widerstandskörper in einer Höhe von etwa 1 cm über der Printoberfläche liegt.

Bild 8. Als Stromversorgung für den Würfel können zwei in Reihe geschaltete 4,5 Volt-Flachbatterien dienen. Mit Rücksicht auf eine vollständige Trennung von Batterie und Schaltung ist der doppelpolige Ausschalter erforderlich. Die Ausgänge führen zu drei Anschlußstiften auf dem Würfelprint.







Stückliste

WIDERSTÄNDE, 1/4 WATT

R1, R2,
R3, R4,
R5, R6, R7 = 47 Ohm
R8, R9 = 470 Ohm
R10,
R11, R12 = 2,2 k-Ohm

HALBLEITER

T1, T2 = BC 107
IC1 = SN 7413
IC2 = SN 7490
IC3 = SN 7447

KONDENSATOREN

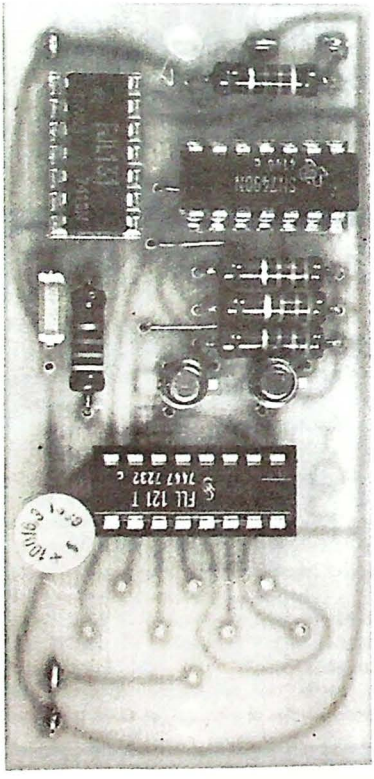
C1 = 100 nF, MKM
C2 = 100 µF, 6...25 V, Print

SONSTIGES

S1 = Taster 1 x EIN, große Ausführung
S2 = Schiebeschalter 2 x EIN
2 x IC-Fassung, 14pol. DIL
1 x IC-Fassung, 16pol. DIL
5 x Lötstifte RTM
3 x Steckschuhe RF
2 x Abst.-Röhrchen 25 mm
2 x Zyl.-K.-Schr. M3 x 30
2 x Muttern M3

Sind die drei ICs eingelötet bzw. in die Fassung gesteckt (auf die richtige Lage der Markierungskerbe achten!), so können die beiden Prints zusammenmontiert werden. Die freien Enden der Widerstände und der Drahtbrücke steckt man durch die zugehörigen Bohrungen im Display-Print und verbindet die Prints mit Abstandsröhrchen, Schrauben und Muttern.

Nach Fertigstellung der letzten acht Lötstellen auf dem Display-Print ist der Würfel betriebsbereit.



INBETRIEBNAHME

Der Goliath-Würfel hat ein konstruktionsbedingtes Handicap, er benötigt nämlich zwei Speisespannungen, eine von +5 Volt und eine von +10 Volt. Natürlich kann man den Würfel zunächst aus dem großen Goliath-Netzteil speisen, auf die Dauer ist eine solch umfangreiche und zu leistungsfähige Versorgung unschön.

Bild 8 zeigt eine Versorgung mit zwei Flachbatterien 4,5 Volt. Sie werden in Reihe geschaltet, dabei kommt der Minuspol der einen Batterie an den Pluspol der anderen. Diese Schaltung hat die drei Ausgänge Masse, + 10 Volt und +5 Volt. Mit einem doppelpoligen EIN-Schalter kann der Würfel in Betrieb gesetzt bzw. ausgeschaltet werden. Die Ausgänge sind mit den gleichnamigen Anschlüssen auf dem Würfel-Print zu verbinden. Wer ein passendes Gehäuse sucht, könnte damit viel wertvolle Zeit vertun. Deshalb der Vorschlag, sich selbst etwas einfallen zu lassen. Übrigens könnte man daran denken, selbst erfundene oder bekannte Würfelspiele als von unten beleuchteter Spieltisch zu gestalten. Die Würfelanzeige wäre bei einer solchen Konstruktion durch die Spieltischfläche hindurch abzulesen. Statt eines Tasters S1 könnte man vier Taster einfach parallelschalten und in jeder Ecke des Spieltisches einen montieren, so daß jeder Spieler einen eigenen „Würfel" hat.

Zum Foto links. Eine vergrößerte Darstellung, denn selbstverständlich hat der Print für den Würfelzusatz zum Goliath-Display dieselben Abmessungen, so daß eine kompakte Einheit entsteht. Die fünf Lötösen oder Lötstifte sind für den Anschluß des Tasters sowie der beiden Speisespannungen und Masse vorgesehen. In die acht freien Bohrungen kommen im Zuge der weiteren Montage die 7 LED-Zeilen-Vorwiderstände und eine zum Displayprint führende Drahtbrücke.

bb

bauteile-bechert

Elektronische Bauelemente **Bausätze!** Kostenlose Sonderliste **»Elektronik«** anfordern! **Neu!** der große **CB-Katalog** gegen DM 4,– **Gefahr?** - **Raumwarnanlage** ohne Einbauschwierigkeiten. Fertiggerät für Räume **bis 75 qm** nur DM **268,–**. Weitere **Warnanlagen** nach **individueller** Beratung

Eßmannskamp 26 - Postfach 11 28
2840 Diepholz 1 - Tel. 05441/5805

Elektronische Bauelemente, Lichteffektgeräte, Lautsprecher, Bausätze zu enorm günstigen Preisen. Kostenlos Liste anfordern. heka electronic, Lutherstr. 21, 7272 Altensteig 5 – Spielberg

Alle
EINZELTEILE
und Bausätze für elektronische Orgeln.
Bitte Katalog anfordern!

Dr. Böhm
495 Minden, Postf. 2109/PE 77

Lichtdimmer bis 60 W belastbar Bausatz **DM 15,60. Stroboskop** m. 2 Blitzröhren Baus. **DM 25,50. Transistor Telefonverstärker DM 27,00. 6-Kanal-Lichtorgel** Bausatz mit Platine **DM 31,50. Infrarot-Bildröhre** für Nachtsichtgerät 1=110mm; ø50mm **DM 124,50 HF 13** 3 Kanal Handfunkgerät Input 2W mit FTZ-PR 27 Nr. **DM 158,60 Marc dc** Weltempfänger Empfangsbereich 145KHz - 30MHz für Netz 220/230V oder Batterie 9-12V **DM 560,00** Versand per Nachnahme. Rückgaberecht innerhalb 1Woche. Für Sonderwünsche spezielles Angebot gegen Rückporto mit frankiertem Briefumschlag einholen.
Erich Pommerening, Elektronik-Versand, Eichenstr. 19
4006 ERKRATH 2

Ausbildung zum Fernsehtechniker

als Haupt- oder Nebenberuf mit Farbfernsehtechnik und Reparatur-Praktikum durch bewährten Fernlehrgang. 9 Prüf- und Meßgeräte als Bausatz werden mitgeliefert. Information kostenlos vom ISF-Lehrinstitut, 28 Bremen 34, Postf. 7026/FK18

Der Weg zum Hobby - Elektroniker

264 Seit., 220 Abb., das Buch zum einsteigen DM29,50 einschl. 1,50 Versand. Lieferung postwendend! Postkarte mit Datum, Titel, Unterschrift genügt.

TECHNIK - Versand - BUCHHANDEL, Reinhard Wagner, Postfach 264, 3340 Wolfenbüttel

KLEINANZEIGEN

Kleinanzeigen in POPULÄRE ELEKTRONIK kosten je Zeile DM 5,00 inkl. MwSt. Eine Zeile umfaßt ca. 21 Zeichen und Buchstaben (inkl. Zwischenräume).
Die Plazierung erfolgt nach Vorauszahlung auf unser Postscheckkonto Köln, Nr. 29 57 90-507, DERPE-Verlag.

Bastler verk. Bauteile, Liste Porto DM 1,00 H. Thiele, Grundstr. 33, 2000 Hamburg 19.

Die nächsten Anzeigenschlußtermine:

POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 9 . . . . . .24. Juli 1978
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 10 . . . . . 21. August 1978
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 11 . . . . . 25. September 1978
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 12 . . . . . .16. Oktober 1978

Verbindung von Musik und Technik

Wenn vom 18.–24. August 1978 die hifi in Düsseldorf stattfindet, werden über 250 Hersteller ihr internationales Angebot präsentieren: Professionelle Technik für anspruchsvolle hifi-Freunde und kritische Musikliebhaber. Sie können alles hören und testen, was der internationale Markt zu bieten hat: Anlagen und Geräte, die mindestens den Qualitätsanforderungen der DIN 45.500 entsprechen, Boxen, Kopfhörer, Zubehör etc. Klassisches und avantgardistisches Design. Außerdem können Sie hinter die Kulissen der Sendeanstalten schauen und ein musikalisches Rahmenprogramm mit hervorragenden Interpreten aus allen Bereichen der Musikwelt genießen. Kommen Sie, hören Sie, sehen Sie!

hifi 78

Weitere Informationen:
Düsseldorfer Messegesellschaft mbH
– NOWEA – Inlandsmessen 2, hifi 78,
Postfach 32 02 03, D-4000 Düsseldorf 30

4. Internationale Ausstellung mit Festival, Düsseldorf, 18.–24. August 1978, täglich 10–18 Uhr

IHR SCHALTUNGSWUNSCH IN P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker. Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken - das ist alles.
In P.E.'s Hitparade „TOP TWENTY" werden die 20 meistgenannten Schaltungen aufgeführt . Damit setzt die Redaktion sich und das Labor in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3 Punkten usw. bewertet.

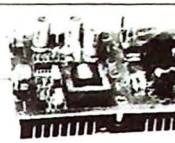
Nr.		Punkte
1	US-Einbruchalarm	1430
2	Mischpult in Modultechnik	1153
3	Black-Box-Verstärker	1108
4	Modellbahnelektronik	897
5	Ladegerät für NC-Akkus	878
6	Kurzwellenempfänger	826
7	Syndiatape Bildsynchrone Diavertonung	822
8	H.E.L.P.	814
9	Anti-Lichtorgel	782
10	Klangeinsteller in Modul-Tech.	750

Nr.		Punkte
11	Schwesterblitz	681
12	Scheibenwischer-Automat	575
13	Power-Blink-Zentrale	509
14	Thermometer	469
15	Umformer für Leuchtstofflampe	468
16	Black-Box-Vorverstärker	464
17	Frequenzzähler	410
18	Netzteile, allgemein	352
19	Vorverstärker-Modul	338
20	Stroboskop	328

Hamburger Elektronik Versand

Wandsbeker Chaussee 98 · D-2000 Hamburg 76 · Tel (040) 25 50 15 · Telex 213 369

NB 35 Stabilisiertes Netzteil
regelbar 1–30 V/0–5 A.
Spannungsbereich 1–30 V regelbar,
Strombereich 0–5 A regelbar,
HF und Restwelligkeit am unbelasteten Ausgang 0,2 mV eff unbew.,
bei 5 A Strom 5 mV eff,
Eingangsspannung
32 V max. Trafospannung
Lastausregelung 0,08% typ.,
Abmessungen (o. Kühlk.) 100x160mm
Erforderl. Trafo 32 V M 102 b



Kompletter Bausatz DM 159,50
Trafo DM 55,–

INFRAROT-NEU

Infrarot Sender HSU 22 DM 2,80
ab 10 DM 2,50

Infrarot Sender m. Reflektor
P tot 210 mW ø 5 mm DM 4,95

Infrarot Empfänger (NPN)
HSU 44 ø 5 mm DM 2,80
ab 10 DM 2,50

Empfänger mit eingebautem Infrarotfilter DM 7,95

ENERGIE AUS SONNEN-LICHT

EXPERIMENTIER-SOLARSET

Solarzelle: 0,45 V/190 mA
Spezialmotor: 0,35 V – 6 V
30 – 270 mA
DM 29,50

7-SEGMENT-Ziffern-Anzeigen

Typ	Hersteller	Ziffernhöhe	Farbe	A/K	ab 1 Stck	ab 6 Stck
HA 1081	SIE	8 mm	rot	A	4,30	3,95
HA 1083	SIE	8 mm	rot	K	4,30	3,95
HA 1101	SIE	10 mm	rot	A	4,50	4,20
HA 1103	SIE	10 mm	rot	K	4,50	4,20
HP 7730	HP	8 mm	rot	A	4,95	4,50
HP 7732	HP	8 mm	rot	+ – Anz. A	4,95	4,50
HP 7750	HP	11 mm	rot	A	5,95	5,50
HP 7752	HP	11 mm	rot	+ – Anz. A	6,95	6,50
CQY 91A	TFK	13 mm	rot	A	4,75	4,40
CQY 91K	TFK	13 mm	rot	K	4,75	4,40
CQY 92A	TFK	13 mm	grün	A	5,70	5,30
CQY 92K	TFK	13 mm	grün	K	5,70	5,30
CQY 93A	TFK	13 mm	gelb	A	6,50	5,95
CQY 93K	TFK	13 mm	gelb	K	6,50	5,95
DL 747	L	15 mm	rot	A	7,95	7,50
CQY 84	V	19 mm	rot	A	11,95	9,50
Monitron	Imp					
3015 F	Jap	8 mm	Glühfaden		6,95	6,50
GL9R10	Imp Jap	26 mm	rot	A	11,95	10,50

Abkürzungen: SIE = Siemens – HP = Hewlett Packard
TFK = Telefunken – L = Litronix – V = Valvo
Imp Jap = Import Japan
A/K bezeichnen gemeinsame Anode oder Kathode

LEUCHTDIODEN

LED	rot	grün	gelb
Subminatur	LD 50 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 50 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 50 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
3 mm ø	LD 4480 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 4480 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 4480 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
5 mm ø	LD 20 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 20 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 20 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
zero-hour	V 148 P 1 Stck. 0,80 ab 10 Stck. 0,75	V 147 P 1 Stck. 0,85 ab 10 Stck. 0,80	V 148 P 1 Stck. 0,85 ab 10 Stck. 0,80
Einbaufassung mit Antireflektor mit LED 3 mm ø	HRT 85 A 1 Stck. 2,40 ab 10 Stck. 2,20	HRT 86 B 1 Stck. 2,50 ab 10 Stck. 2,30	HRT 87 C 1 Stck. 2,50 ab 10 Stck. 2,30

Infrarot-Sender HSU 22
Diode 5 mm ø . . . . . 1 Stck. **DM 2,80**
10 Stck. **DM 2,50**

Infrarot-Empfänger HSU 44
Diode 5 mm ø . . . . . 1 Stck. **DM 2,80**
10 Stck. **DM 2,50**

LINEARE IC

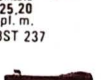
A 3.8500	18.50	MK 50362	24.50
CA 3046	3.50	MK 50398	29.95
CA 3059 E	9.50	NE 555	0.95
CA 3065	2.95	NE 556 dual	0.95
CA 3066	3.50	NE 566 dual	2.85
CA 3152 T/O	4.95	SN 76131	2.95
CA 3145 T/O	3.95	SO 41 p	3.75
F 3817	15.50	SO 42 p	3.95
ICL 8038	12.95	TAA 761 A	2.80
ICM 7038	12.63	TAA 861 A	2.50
LD 110 / 111	47.50	TBA 120	2.30
LM 324	2.30	TBA 120 S	2.40
LM 3900	2.50	TBA 810 S	3.50
MC 1458	2.60	TCA 280	5.95
MC 1310 P (XR)	7.50	TCA 730	8.20
	4.50	TCA 740	8.20
MM 5314	8.95	TDA 2002	6.50
MM 5316	14.50	UAA 170	5.90
		UAA 180	5.90
		UA 703 to	1.95
		UA 709 to	1.50
		UA 709 ch/	1.20
		UA 709 ch/p	1.20
		UA 741 to	1.40
		UA 741 ch/	1.20
		UA 741 ch/p	0.95
		UA 747	2.00
		UA 748 to	2.50
		UA 748 ch/p	1.80
		XR 2206	15.50
		XR 2207	15.50
		XR 2216	17.50
		XR 567	6.95
		95 H 90	23.50
		9582	6.90

CA 3060 E	DM 9,50
CA 3130 TO	DM 4,95
BPW 21	DM 9,95
CA 3140 TO	DM 3,95
LD 110/111	DM 47,50
LM 391-80	DM 7,95
MK 50398	DM 29,95
RC 4150	DM 8,95
S 566 B !!	DM 16,80
TCA 280	DM 5,95
TCA 730	DM 8,40
TCA 740	DM 8,40
TDA 2002	DM 6,50
TDA 2022	DM 10,90
XR 2206	DM 15,50
XR 2207	DM 15,50
XR 2216	DM 17,50
XR 567 dip	DM 6,95

SM 236 N Spezial-Kleinstbohrer

mit enormer Leistung und absol. zentr. Lauf, mit 3 verschied. Spannbacken sowie 4 Bohrklingen u. Fraseinsatzen, 2 Schleifeinsatzen, je 1 Trennscheibe, Filzscheibe u. Stahldrahtbürste Betriebsspannung 9 u. 14 V= (durch einfaches Umstecken) oder durch Netzgerat. Komplett in Plastikkasten **53,60**
BST 237 passender Bohrständer für horizontalen oder vertikalen Einsatz **25,20**

SM 2313 K Kunstkoffer kpl. m. SM 236 N u. BST 237 und 30 verschiedenen Fras-, Bohr- und Schleifeinsatzen: 13 Fras- und 4 Bohrklingen, 5 Schleifeinsatze, 4 Burstensatze, je 1 Trenn-Filz-, Lammfell- und Schmirgelscheibe. Ein dickes Schaumstoffpolster sorgt fur sicherem Transport. Koffergr.: 265 × 350 × 87 mm kompl. **99,–**
FW 238 biegsame Welle **22,50**



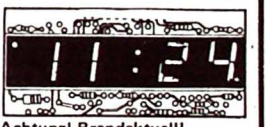
NEU! MINI DIGITAL MULTIMETER "SINCLAIR" DM 35
TECHNISCHE DATEN:

3½ stellige 6 mm LED Anz.
Automat. Polaritätsumschalt.
Grundgenauigkeit 0,5%

17 Meßbereiche

GLEICHSPANNUNG
1 mV - 1000 V
WECHSELSPANNUNG
1 V - 500 V
GLEICHSTROM
1 µA - 200 mA
WIDERSTÄNDE
1 Ohm - 20 Mohm
Maße: 155 x 75 x 30
mit Meßkabel und Batterie . . . . **DM 198,—**
Netzteil . . . . . **DM 19,50**
2 A Shunt . . . . . **DM 14,50**

BEREITSCHAFTSTASCHE DM 14,95



Achtung! Brandaktuell!
MÄ 1013 C DAS NEUE UHRENMODUL MIT 18 mm HOHEN ANZEIGEN
Eine komplette Uhr, zu der Sie nur noch Trafo und Taster benötigen. 24 Std. Anzeige-Sekundeneinblendung -Netzausfallanz. Radio-Weckschaltung-Summerweckeinrichtung – etc.
Maße: 77 x 35 x 15 mm mit ausführlichen Unterlagen . . . . . nur **DM 32,50**
Spezial Trafo . . . . . **DM 8,50**
Taster- und Schaltersatz . . . . . **DM 5,50**
Summer . . . . . **DM 3,50**

IC-Kontakte auf Endlosträger einfachste Montage
100 St. Kontakte **DM 3,20**

Preise inkl. Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt per Nachnahme

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.–Heft 1:
FBI–Sirene kpl. Bauteilesatz incl. Lautspr. . . . DM 13,10
P.E.–Platine . . . . . DM 4,35
Elektro–Toto–Würfel kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse . . . . . DM 19,90
P.E.–Platine . . . . . DM 6,60
Frontplatte geb. und bedruckt . . . . . DM 13,30
Transitest kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse . . . . DM 16,50
P.E.–Platine . . . . . DM 6,75
Frontplatte geb. und bedruckt . . . . . DM 13,90

Aus P.E.–Heft 2:
Carbophon kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . DM 23,90
P.E.–Platine . . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl. Bauteilesatz mit Trafo . . DM 37,50
P.E.–Platine . . . . . DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . . . . DM 17,80
Gehäuse TEKO P3 . . . . . DM 5,90
TESTY kpl. Bauteilesatz m. Gehäuse und Buchsen . . . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt + bedruckt . . . . . DM 13,50

Aus P.E.–Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bausatz lt. P.E.–Stückliste . DM 85,50
P.E.–Platine a+b . . . . . DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
50–Watt–Verstärker in Modultechnik 1 Kanal Bauteilesatz incl. Stereonetzteil. . . . . DM 106,50
P.E.–Platine . . . . . DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal (Stereo) . . . . . DM 57,00
Frontplatte gebohrt + beschriftet, pos. o. neg. . . . DM 11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse + Platine . . . . . DM 10.10

Aus P.E.–Heft 4:
Codeschloß kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . . . . DM 21,60
P.E.–Platine . . . . . DM 7,15
LED–VU–Meter in Modultechnik kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste je Kanal . . . . . DM 23,50
P.E.–Platine . . . . . DM 7,15
P.E.–Platine . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb. und beschriftet, pos. o. neg. . . . DM 11,65
MIKRO–2 (Signalhorn) kpl. Bauteilesatz incl. Lautsprecher . . . . . DM 11,89
P.E.–Mikro Hauptplatine . . . . . DM 8,50
P.E.–Mikro Trimmerplatine . . . . . DM 4,95
MIKRO–1 (Blinker) Bauteile mit Platine . . . . DM 13.40

Alle Bauteile sind auch einzeln lieferbar. Fordern Sie unseren Katalog '78 an. Schutzgebühr DM 4,50 (+2,DM Porto) (Scheck oder Briefmarken).

Aus P.E.–Heft 5:
Tremolo kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste. . . DM 42,40
P.E.–Platine . . . . . DM 13,85
Frontplatte positiv oder negativ. . . . . DM 15,35
je 14 Lötstifte u. Steckhülsen, 5 IC–Fassungen . DM 4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . DM 38,80
P.E.–Platine . . . . . DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . DM 13,10
PUFFI kompl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . DM 3,70
P.E.–Platine . . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend für 2 Platinen. . . . . DM 3,55

Aus P.E.–Heft 6:
Signal–Tracer kpl. mit Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . . . . DM 24,90
P.E.–Platine . . . . . DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . . . . DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . . DM 11,00
TV–Tonkoppler kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . . . . DM 20,90
P.E.–Platine . . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
LESLIE in Modultechnik Bauteile lt. P.E. Stückliste . . . . . DM 2,90
P.E.–Platine . . . . . DM 6,35
Frontplatte positiv oder negativ. . . . . DM 9.00

Aus P.E.–Heft 7:
Basisbreite–Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste m. Zubehör. . . . . DM 19,40
P.E.–Platine . . . . . DM 9,10
Frontplatte positiv oder negativ. . . . . DM 12,85
TTL–Trainer Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste mit Kabelstücken . . . . . DM 51,90
P.E.–PLatine . . . . . DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . . DM 11,00
MIKRO–4 (Flip–Flop) Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste. . . . . DM 6,90
P.E.–MIKRO–4 Hauptplatine . . . . . DM 8.50

Aus P.E.–Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste mit Instrumenten, Knöpfen usw. . . . . DM 113,70
P.E.–Platine . . . . . DM 13,10
Gehäuse SSQ mit Kühlkörper–Rückwand . . . . DM 39,80
Mini–Uhr mit Maxi–Display kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . . . . DM 38,90
P.E.–Platinen DK/c/d . . . . . DM 10,95
Spez. Uhrengehäuse mit Plexi–Scheibe . . . . . DM 4,75
Loudness–Filter kpl. Bauteilesatz lt. P.E.–Stückliste . . . . . DM 13,80
P.E.–Platine FV–a . . . . . DM 9,70
Frontplatte positiv oder negativ. . . . . DM 11,00
Gehäuse m. Gleitmutterkanälen f. P.E.–Modulserie Größe 300.....**DM 44,60** Größe 500.....

5012 Bedburg
Morkenerstr. 20 · Tel. 02272 · 3294

Aus P.E.–Heft 1/78
Sinusgenerator (Modul) kpl. Bauteilesortiment lt. P.E. Stückliste. . . . . .DM 27,50
P.E.–Platine SG–a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN SG–a . . . . . .DM 17,30
n–Kanal–Lichtorgel Hauptprint Bauteilesortiment kpl. lt. P.E.Stückliste . . . . . .DM 20,80
je Knal lt. Stückliste . . . . . .DM 12,50
P.E.–Basisplatine LO–c . . . . . DM 8,30
P.E.–Kanalplatine LO–d . . . . . DM 5,00
Grundausstattung Plat.1xLO–c;3xLO–d . . . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteilesortm. kpl. lt. Stückl. . . .DM 21,90
P.E.Platine LO–a . . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.–Heft 2/78:
Rauschfilter in Modultechnik Bauteile lt. Stückliste . . . . . .DM 10,50
P.E.Platine RF–a . . . . . DM 8,90
P.E.–Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 11,60
Goliath–Display Bauteile lt.Stückl. . . . . .DM 17,70
P.E.–Platine UD a/b . . . . . .DM 10,10
Pausenkanal für n–Kanal–Lichtorgel Bauteile lt. Stückliste. . . . . .DM 11,50
P.E.–Platine LO–e . . . . . DM 5,00

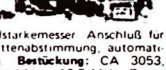
Aus P.E.–Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt. P.E.–Stückliste . . .DM 16,30
P.E.–Platine SL–a . . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO P/2 . . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz zum Sinusgenerator Bauteile lt. P.E.–Stückliste. . . . . .DM 16,90
P.E.–Platine SW–a . . . . . DM 7,80
P.E.–Frontplatte FN–SW–a . . . . . DM 9,15
Goliath–Stromversorgung Bauteile lt. P.E.–Stückliste mit Trafo. . . . . .DM 47,90
P.E.–Platine GV–e . . . . . .DM 13,90

Aus P.E.–Heft 4/78 + Heft 5/78:
Hall in Modultechnik lt.P.E.–Stückliste mit O.P.A . . . . . .DM 36,90
P.E.–Platine RV–a . . . . . DM 8,90
P.E.–Frontplatte pos.o.negat. DM12,85
O.P.A. Operationsverstärker lt.Stückl. . . . . DM 8,90
P.E.–Platine OP–a . . . . . DM 5,35
LOGIC–Probe Baut.lt. P.E.–Stückl. . . . . DM 8,50
P.E.–Platine. . . . . DM 5,05

Peace– Maker lt. P.E.–Stückl.. . . . . .DM 13,90
P.E.–Platine PM–a . . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . . DM 4,40
Digitalmeter in Modultechnik lt. Stückl.DM 79,90
P.E.–Platine DM–a/b . . . . . .DM 19,35
P.E.–Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 19,50

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer
Bauteile lt.Stückliste . . . . . .DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . . .DM 18,00
P.E.-Gehäuse. . . . . .DM 17,00
Sensorschalter
Bauteile lt. Stückliste. . . . . .DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . .DM 10,20
L.E.D.S.
Bauteile lt. Stückliste. . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

Neu aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz
Bauteile lt. Stückliste. . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . .DM 10,20
Würfeln mit Goliath
Bauteile lt. Stückliste. . . . . .DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen, ohne Stromversorgung
Bauteile lt. Stückliste. . . . . .DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . . DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3. . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9 V. . . . .DM 14,50



FM 2000 HiFi-Stereoempfanger Chassis Der FM 2000 ist ein Empfangsteil der Spitzenklasse. Er besitzt einen 2 IC ZF Verstarker, AFC, Rauschsperre, Anschluß fur Feldstarkemesser. Anschluß fur Instrument zur Anzeige der Mittenabstimmung, automatische Stereo-/Mono-Umschaltung. **Bestückung:** CA 3053, CA 3089, MC 1310 P, 2x Keramikfilter 10,7 MHz, Tuner FD 1 A, Quadraturspule, 10-Gang-Poti, LED-Anzeige, Empfindlichkeit 2,0 uV/30 dB, Klirrfaktor 0,390 gesamt, Antennenimpedanz 60 Ohm und 240 Ohm, Ausgangsspannung 500 mV_{eff} bei 75 kHz, Empfangsfreq. 87,5 bis 108 MHz, NF-Kanaltrennung 40 dB, SCA Unterdruckung 75 dB, Betriebsspannung 12 V + 1 V stabilisiert, Abstimmspannung 24 V stabilisiert. Das Gerat ist vollstandig aufgebaut und abgeglichen. Im Lieferumfang sind außer dem Gerat mit Netzteil enthalten: LED zur Stereoanzeige und 10-Gang-Poti zur Sendereinstellung. Auf das Gerat wird eine Garantie von 6 Monaten geleistet. Preis des fertigen Bausteins **DM 148,00**

Wir liefern auch zu **allen** ELO-Bauanleitungen kpl. Bausätze sowie ELO-Platinen.
Z.B. ELO 47: Elektron. Zimmerthermometer **DM 19,83**
ELO 49 Akustisches Warngerät **DM 10,98**
ELO 48: Wechselspannungs-Millivoltmeter **DM 41,87**
ELO 2 Regelb. Netzteil bis 30V/5A **DM119,50**

Inserenten Verzeichnis

Albrecht 6
Bechert 71
Dr. Böhm. 71
Derpe-Verlag 6,9,12,IV
Düsseld. Messegesellschaft „HiFi 78". . 71
Electronic-Hobby-Shop 10
Frech-Verlag. 11
Heck-Electronics 76,77
Heka. 71
Hamburger-Elektronik-Versand 75
HW-Electronic II
ISF. 71
Kleinanzeigen 71
Krogloth 12
Petsch 78
Pommerening 71
Salhöfer. III
Schuberth 4,5
Stoll 12
Wagner 71
Weber-Funk 12

Inserenten Verzeichnis

2,2uF–16V ax.	0,20 DM
2,2 uF–25V ax.	0,25 DM
15uF–16V R 2,5	0,25 DM
25uF–10V R 5	0,25 DM
47uF–16V R 5	0,25 DM
47uF–63V R 5	0,40 DM
75uF–40V ax.	0,45 DM
80uF–25V ax.	0,45 DM
220uF –6V R 5	0,35 DM
470uF–6,3V R5	0,45 DM
470uF–16V ax.	0,55 DM
32000uF–30V	schraub 8,00 DM
BC 107 B.	0,50 DM
BC 108 A, B, C.	0,55 DM
BC 109 B, C.	0,55 DM
BC 148 A, B, C.	0,40 DM
BC 149 B, C	0,45 DM
BC 207 B.	0,35 DM
BC 307 B.	0,30 DM
BC 308 A	0,30 DM
BC 328	0,40 DM
BC 338-40	0,40 DM
BF 194.	0,55 DM
BF 195.	0,55 DM
BF 198	0,45 DM
BF 199	0,45 DM
BF 245 B.	1,20 DM
BD 461.	1,80 DM
BD 462	1,80 DM
880 C 1500	1,50 DM
uA 741 mini dip	1,10 DM
LEDs	
3mm rot, grun	0,45 DM
5mm rot, grün.	0,50 DM

Wolfgang Petsch, Postfach 3444, 4500 Osnabrück, Tel 0541–48179

Anschriftenänderungen geben Sie uns bitte rechtzeitig bekannt.

Vergessen Sie dabei bitte nicht Ihre alte Anschrift oder Ihre Abonnementnummer anzugeben.

Oder: Senden Sie uns einfach den Adressaufkleber der letzten Ausgabe und die neue Anschrift.

DERPE-Verlag-GmbH,
5063 Overath

ABONNENTEN WERBEN ABONNENTEN!

Nur noch bis zum 15. Juli 1978 läuft unser Wettbewerb „Abonnenten werben Abonnenten".

Haben Sie sich schon an diesem Wettbewerb beteiligt?

Weitere Informationen und die Wettbewerbsbedingungen finden Sie auf Seite 9 in dieser Ausgabe.

DERPE-Verlag-GmbH, 5063 Overath

SALHÖFER-Elektronik Jean-Paul-Str.19·8650 Kulmbach

Widerstände
1 Sort. a 100 St DM 2,95
1 Sort. a 250 St DM 5,95
1 Sort. a 500 St DM 10,95
1 Sort. a1000St. DM 20,95

Widerstands–Trimmer
1 Sort. a 25 St DM 3,95
1 Sort. a 50 St DM 6,95
1 Sort. a100St DM 11,95

Elektrolyt-Kondensatoren
1 Sort. a 25 St.. DM 4,95
1 Sort. a 50 St DM 8,95
1 Sort. a100 St.. DM 16,95

Keramisch.–Kondensat.
1 Sort. a 50 St. DM 1,95
1 Sort. a 100St.. DM 3,50
1 Sort. a 250St.. DM 7,50

Styroflex–Kondensatoren
1 Sort. a 50 St DM 1,95
1 Sort. a 100St DM 3,50
1 Sort. a 250St DM 7,50

Sicherungen, deutsche Norm, 5x 20mm
1 Sort. a 10St.. DM 1,95
1 Sort. a 25St.. DM 3,85
1 Sort. a 50St.. DM 7,50
1 Sort. a100St.. DM 14,50

Transistoren
1 Sort. a 10 St.. DM 3,50
1 Sort. a 25 St.. DM 7,95
1 Sort. a 50 St. DM 15,95

Distanzrollen, Längen 5-30 mm, sortiert
1 Sort. a 50 St.. DM 2,95
1 Sort. a 100St DM 4,95

Polyester-Kondensatoren
1 Sort. a 25St DM 4,50
1 Sort. a 50St.. DM 7,80
1 Sort. a100St.. DM 13,95

Leuchtdioden
1 Sort. a 10St.. DM 4,45
1 Sort. a 25St.. DM 1o,95
1 Sort. a 50 St. DM 19,95

MKM–Kondensatoren
1 Sort. a 25St.. DM 7,95
1 Sort. a 50St .DM 13,95
1 Sort. a100St .DM 25,95

Schrauben
1 Sort. a 100St. DM 2,95
1 Sort. a 250St.. DM 6,95

Muttern
1 Sort. a 100St. DM 2,95
1 Sort. a 250St.. DM 6,95

Cu–kasch.Pertinaxplatten, 35um Cu
1 Sort. a 150g.. DM 2,50
1 Sort. a 300g.. DM 4,50
1 Sort. a 500g.. DM 8,50

Bauteile-Sortimente

alles 1. Wahl, gut sortiert

(sehr preiswert!)

UKW-Sender (Prüfsender)
Frequenz 87 - 110 MHz oder 2 m Band, Betriebsspannung 9 - 18 V, Eingang 4 mV (Mikrofon). (Die Bestimmungen der Deutschen Bundespost sind zu beachten!)
Bausatz Nr. K 02 ..... DM 14,95
Fertigbaustein Nr. K 04 F .. DM 24,95

UKW-Empfänger
Superempfangsbaustein für KW und UKW. Frequenzbereich 20–200 MHz! Kein Spulenwickeln nötig! Betriebsspannung 9–12 V, 5 mA.
Bausatz Nr. K 07 ..... DM 18,95

Antennenverstärker
Für Funkgeräte, Autoradios usw. Betriebsspannung 9 V, Verstärkung max. 22 dB.
Bausatz K 11 ..... DM 11,95

Tongenerator
Ideal für Prüf- und Meßzwecke usw. 9 - 12 V, Frequenz 1 - 25 KHz.
Bausatz E 3 ..... DM 7,95

Hi-Fi-Verstärker, 9,5 Watt
Idealer Zusatzverstärker für Autoradios und Funkgeräte! Lautsprecher 4 - 16 Ohm, Betriebsspannung 12 V (6 - 15 V), 20 - 25000 Hz, IC-Technik!
Bausatz B 41 ..... DM 17,95

AUDIOSKOP
Mit Hilfe dieses Bausatzes ist es möglich, Signale vom Tonband oder Verstärker auf dem Fernseh–Bildschirm sichtbar zu machen. Anschluß über die Antennenbuchse des Fernsehgerätes. Betriebsspannung 9V.
Bausatz Nr. F4 .....DM 14,25

Lichtdimmer 1200 Watt
Hiermit läßt sich die Helligkeit von Glühlampen stufenlos regeln. Paßt in jede Schalterdose.
Bausatz Nr. J 1200 ..... DM 12,85

Halbleiter – Vergleichsliste 1300 Halbleiter aus aller Welt werden mit deutschen Typen verglichen. 8700 Trans., 3500 Diod., 850 IC's DM 4,50

Qualitäts-Bausätze:

3-Kanal-Lichtorgel
3 x 700 Watt, 1 Gesamt- und 3 Einzelregler. Nur eine sehr kleine Ansteuerleistung ist nötig.
Bausatz(o.Gehäuse) ..... DM 22,95
Fertiggerät i.Plastik-Geh. .... DM 34,95

Vorverstärker für Lichtorgeln
Durch dieses Gerät wird die Empfindlichkeit Ihrer Lichtorgel auf 100 mV erhöht! Betriebsspannung 6–12 V, max. 100 mA. Für alle Lichtorgeln geeignet! Mit Netzteil!
Bausatz Nr. B 101 ..... DM 17,95

FBI-Sirene (nach PE)
3 Schaltmöglichkeiten: Heulton, Dauerton, Hupen. Betriebspannung 6 V, 12 V mit Spannungswandler D 15. Lautsprecher 4–16 Ohm.
Bausatz G 3 ..... DM 11,95
Passender Lautsprecher .. DM 4,65

Spannungswandler
D 15 ..... DM 8,95

Lichtschranke
Betriebsspannung 4–12 Volt Ausgangsrelais für 22G V, 5 A, gute Empfindlichkeit.
Bausatz Nr. J 09 ..... DM 11,50

Chemikaliensatz zur Herstellung von gedruckten Schaltungen. Inhalt: Abdecklack, Ätzmittel, Löt- und Schutzlack, Reinigungsmittel, Anleitung.
DM 5,95

Stabilisierte Netzgeräte

Netzgerät 0 - 15 V / 0,7 A
Leicht aufzubauendes Netzteil, das für CB Funkgeräte, Bausätze, Gerate usw. geeignet ist. Ausgangsspannung stufenlos regelbar.
Bausatz Nr. D 101 ..... DM 14,95
Passender Trafo D 101 T ... DM 8,95

Netzgerät 0 - 22 V, 1 A
Stufenlos regelbare Ausgangsspannung, gute Stabilisierung.
Bausatz Nr. D 10 ..... DM 18,95
Passender Trafo D 10 T .... DM 13,95

Netzgerät 0 - 30 V / 1,5 A
Hervorragendes Netzgerat, mit dem fast alle Bausätze, Geräte usw. betrieben werden können. Sehr geringe Brummspannung. Ausgangsspannung stufenlos regelbar.
Bausatz Nr. D 103 ..... DM 23,95
Passender Trafo D 103 T ... DM 19,50

Netzgerät 0 - 35 V / 3 A
Strom und Spannung sind stufenlos regelbar. Die Strombegrenzung läßt sich zwischen 100 mA und 3 A regeln.
Bausatz Nr. D 12 ..... DM 43,95
Passender Trafo D 12 T .... DM 29,50

Gehäusebausatz
für Netzgerät D 12 ..... DM 38,75
(Komplett mit allen Einzelteilen wie Schrauben, Buchsen, Drehknopfen usw.)

Unseren großen

KATALOG 78

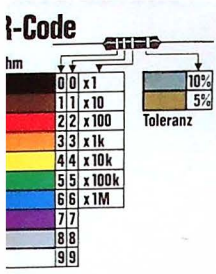
mit vielen weiteren tollen Angeboten erhalten Sie gegen 3,80 DM in Briefmarken.

Unser Bausatzprogramm erhalten Sie kostenlos!

Versand per Nachnahme

Händler fordern Großhandels-Preislisten an. Unser Ladengeschäft ist jeden Mittwoch geschlossen.

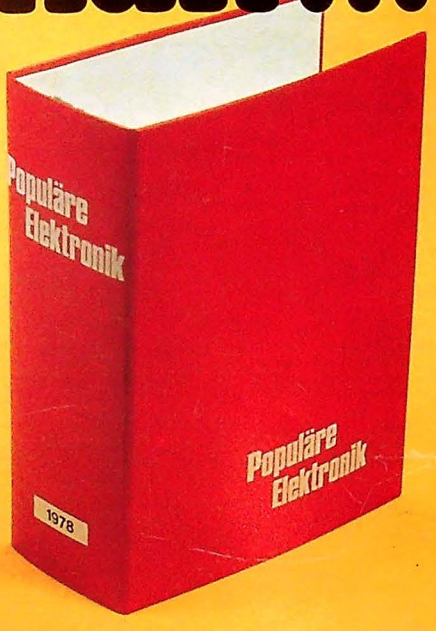
SALHÖFER-Elektronik
Jean-Paul-Str. 19,
8650 Kulmbach



DERPE-VERLAG-GMBH ● Postfach 1366 ● 5063 Overath
Postvertriebsstück -G 4460 EX- Gebühr bezahlt

Die hält...

. . . Ihre P.E.-Hefte zusammen. Diese stabile und repräsentative Sammelmappe bringt Ordnung in Ihre P.E.-Hefte. Die Mappe faßt einen ganzen Jahrgang (12 Hefte).
Auch die Hefte der Jahrgänge 1976 und 1977 lassen sich mühelos in die Mappe einordnen.



Sie können diese Sammelmappe bestellen durch Vorauszahlung von **DM 10,80** auf unser Postscheckkonto Köln
Nr. 29 57 90-507,
DERPE-Verlag, Postfach 1366,
5063 Overath.